TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I. S. T.

N.º 248 - JANEIRO - 1955

CIMENTO SECIL

O CIMENTO PARA OBRAS DE GRANDE RESPONSABILIDADE

4 fornos rotativos — 300.000 toneladas anuais

Fábrica no Outão — Setúbal

Lisboa — Rua do Comércio, 56-3.º

ELECTRO-ARCO
LIMITADA

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA — AMADORA
LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 63649
PORTO
RUA DO BOLHÃO, 216 — TEL 21277

CAVAN

SOCIEDADE
PORTUGUESA

POSTES DE BETÃO PARA
LINHAS ELÉCTRICAS
MOSAICOS E AZULEJOS

COLUNAS PARA
ILUMINAÇÃO PÚBLICA
MANILHAS PARA ESGOTOS

RUA D. ESTEFÂNIA, 42
TELEF. 47812-50129
LISBOA

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Ano XXIX - N.º 248 Janeiro de 1955

Redacção e Administração: AVENIDA ROVISCO PAIS, I.S.T. * LISBOA-N. * TELEF. 77 0144 (Linha 50)

DIRECTOR

FERNANDO MARQUES DE OLIVEIRA

ADMINISTRADORES

VIRGÍLIO CARDOSO IGREJA

JOSÉ DO SACRAMENTO COSTA

SECRETÁRIO

JORGE DO NASCIMENTO VALÉRIO

CORPO REDACTORIAL

ADELINO JOSÉ SOARES DE MELO

JOÃO PEDRO MOTA E MELO

MANUEL M. FRIAS DE ALMEIDA E SÁ

VIRGÍLIO LOPES CABRITA

NUMERO AVULSO 12$50

ASSINATURAS:

	3 N.os	5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	32$50	50$00	95$00
Ultramar Português e Estrangeiro	—	55$00	100$00

EDITOR E PROPRIETÁRIO

ASS. DOS ESTUD. DO I.S.T.

COMPOSTO E IMPRESSO NA

Tip. JORGE FERNANDES, L.DA

RUA CRUZ DOS POIAIS, 103

LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Túnel de Caniçada — Hidro Eléctrica do Cávado.

Págs

A indústria química na economia da Nação

Pelo Eng.º José Mercier Marques 185

Notas informativas — **Elementos sobre a produção e consumo de energia na rede eléctrica nacional** . . . . . 194 e 216

L'industrie, la recherche scientifique et l'ingénieur

Pelo Prof. Dr. Pierre Laurent 195

Túnel de Caniçada

Pelo Eng.º Civil (I. S. T.) Fausto Diniz Gonçalves Henriques 203

Gases reais — Relações p - V - T

Pelo Eng.º Quím.-Ind. (I. S. T.) António Sales Luís 217

La charge électrique des particules dans les champs électriques ionisés — Application aux grands problèmes actuels de l'arrêt électrique des poussières, des fumées industrielles, des particules nocives en suspension dans les gaz et dans l'air

Pelo Prof. Pauthenier 227

Do Mundo Técnico 238

Biblioteca 252

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SAO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

A

Pág.

Agência Geral de Material Eléctrico, Ltd.ª . . . . . .
A. Gestetner, Ltd.ª . . . . . .
Ahlers, Lindley, Ltd.ª XIV
António Baró XXXII
Azevedo & Pessi, Ltd.ª XXXII

B

Bethlehem Steel XXIII
Blackwood Hodge VIII
Bouhon & Irmão, Ltd.ª XXXII

C

Canelas & Figueiredo, Ltd.ª XX
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
Companhia «Cimento Tejo» . . . . .
Companhia de Cimentos Brancos . . III
Companhia União Fabril X
Construções Técnicas, Ltd.ª III
C. Santos, Ltd.ª . . . . . II, XXVII

E

Edouard Dalphin . . . . . 4.ª da capa
Electro-Arco, Ltd.ª . . . . . 2.ª da capa
Emílio de Azevedo Campos & C.ª, Ltd.ª . . . . . XVIII, XXIV
Empresa de Cimentos de Leiria . . . XXVI
Empresa Electro Cerâmica XXVI
Empresa de Produtos Asfálticos . . . XVIII
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa

F

Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, Ltd.ª XXII
Fábrica Portugal XXX
Fundição e Construção Mecânicas XXIX

G

General Electric Portuguesa . . . .

H

Henriques & Castro, Ltd.ª VI

I

INEL XIII
IST XXIV

J

J. E. Michaëlis de Vasconcellos (Eng.º) XV

J

Pág.

J. J. Gonçalves, Sucrs. . . . . . .
Jayme da Costa, Ltd. XVII

L

Leacock (Lisboa), Ltd.ª XI

M

Manil VI
Máquinas de Precisão, Ltd.ª X
Martin, Leslie & C.ª Ltd. V
Monteiro Gomes, Ltd.ª . . . . . IX, XXXI

N

Nordberg . . . . . .

P

Papelaria Fernandes XVI
P. Bellasi . . . . . .
Pestana & Fernandes, Ltd.ª X

S

Senna, Botto & Leitão, Ltd.ª XXI
SKF XV
SMEIA IV
Sociedade Construtora Portuguesa, Ltd.ª I
Sociedade Ericsson de Portugal, Ltd.ª XXV
Sociedade Industrial Metalúrgica .
Sociedade dos Mármores de Portugal, Ltd.ª XXVIII
Sociedade Portuguesa Cavan . . . . 2.ª da capa
Sociedade Portuguesa do Acumulador Tudor . . . . . .
Sociedade Técnica de Hidráulica . . V
Socony-Vacuum Portuguesa XII
SOFAI, Ltd.ª XII
SOMEC . . . . . .
Sondagens Ródio, Ltd.ª XXVIII
SOPECATE XXVIII
Standard Eléctrica VII

T

Technoimpex XIX

U

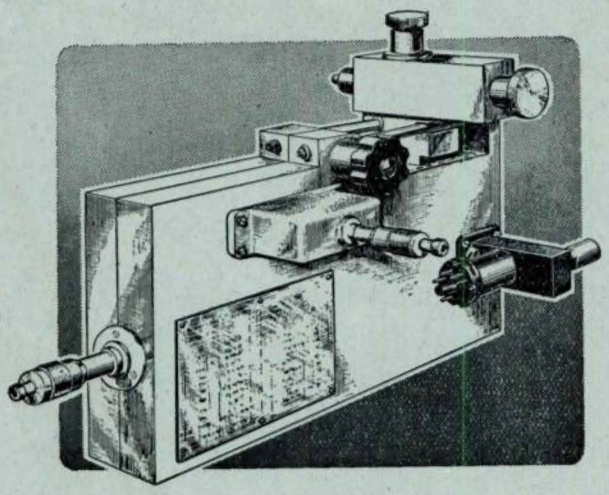
União Eléctrica Portuguesa . . . . .

V

V. T. Martins XXIX

FUNDAÇÕES FRANKI
SOCIEDADE CONSTRUTORA PORTUGUESA, L.DA
TELEF. 76061
PRAÇA DO AREEIRO, 9, 4.º-ESQ.
LISBOA

FERRANTI



LINHAS DE MEDIDA EM MICRO-ONDAS

FERRANTI ACABA DE LANÇAR NO MERCADO VÁRIOS APARELHOS PARA ESTUDOS NUCLEARES E NOMEADAMENTE:

—LINHAS DE MEDIDA EM MICRO-ONDAS

—TRIÓDIOS PARA ALTA-FREQUÊNCIA, ETC.

F
FERRANTI

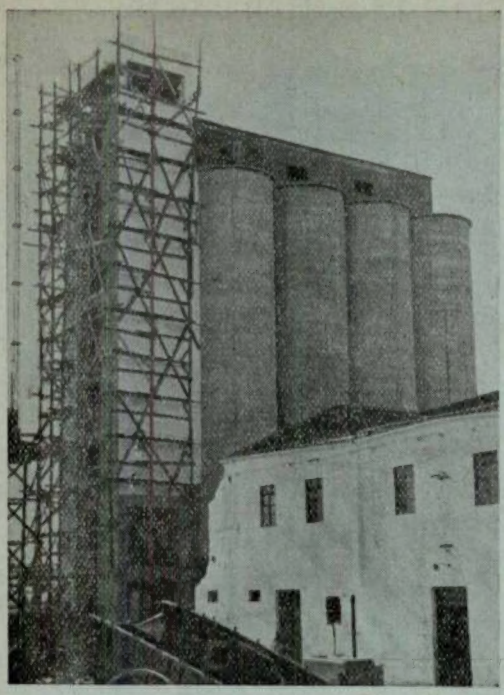
REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

C. SANTOS LDA.

DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA

17, Travessa da Glória, 19-A

LISBOA



Silo para 2.000 t. de trigo, em construção no Redondo, para o Ex.mo Sr. José Martins da Silva. Moldes deslizantes «PROMETO»

Construções Técnicas, L.da

Praça do Município, 13, 3.º — LISBOA — Telefone 2 2344

FUNDAÇÕES

BETÃO ARMADO

OBRAS PÚBLICAS

O EMPREGO DO CIMENTO BRANCO...

permite acabamentos mais perfeitos, mais duradouros e muito mais económicos

Estude a vantagem do emprego do

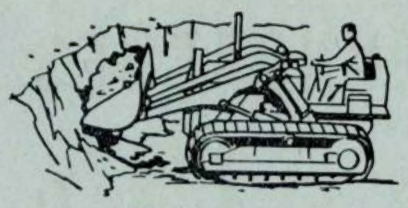
CIMENTO BRANCO LUSO

Consulte os distribuidores gerais

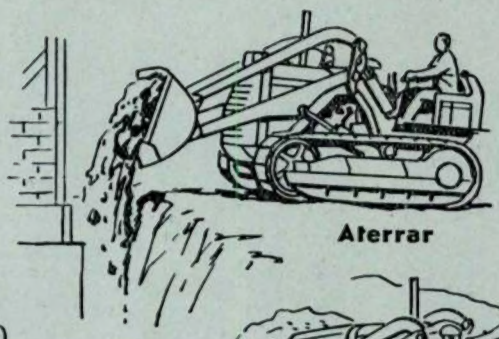
No Sul: **SCIAL** — T. do Corpo Santo, 15 — Telef. 2 0464 — Lisboa

No Norte: **SCIAL** — R. do Bonjardim, 205 — Telef. 2 5779 — Porto

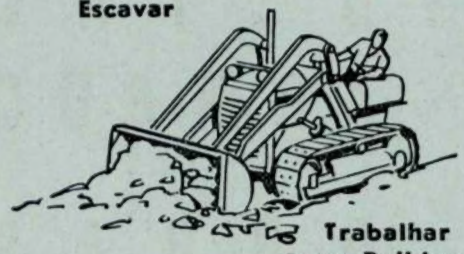
As pás mecânicas Caterpillar, modelos HT4 e 6 são construídas especialmente para:



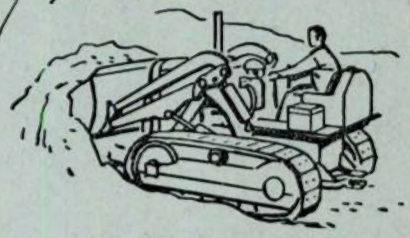
Escavar



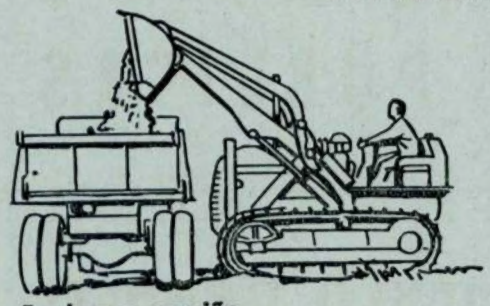
Aterrar



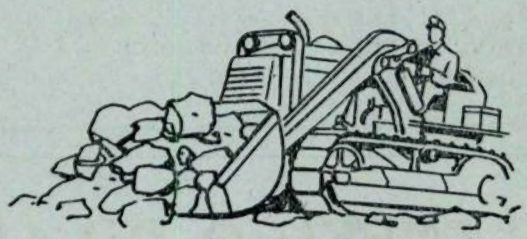
Trabalhar como Bulldozer



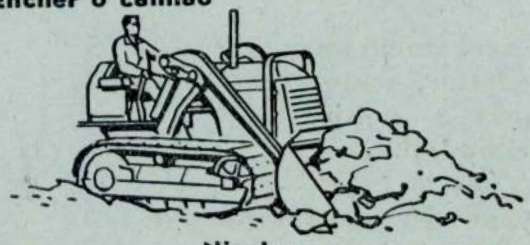
Carregar de stock



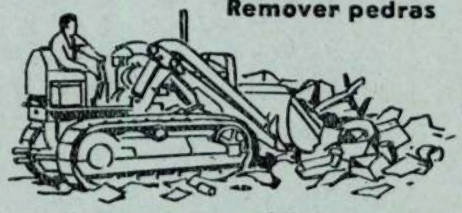
Encher o camião



Remover pedras



Nivelar



Carregar material a granel

CAPACIDADES

PÁ ESCAVADORA HT4 . . . . . 0,95m³

PÁ ESCAVADORA N.º 6 . . . . . 1,53m³

CATERPILLAR

MARCA REGISTRADA

REPRESENTANTE EXCLUSIVO:

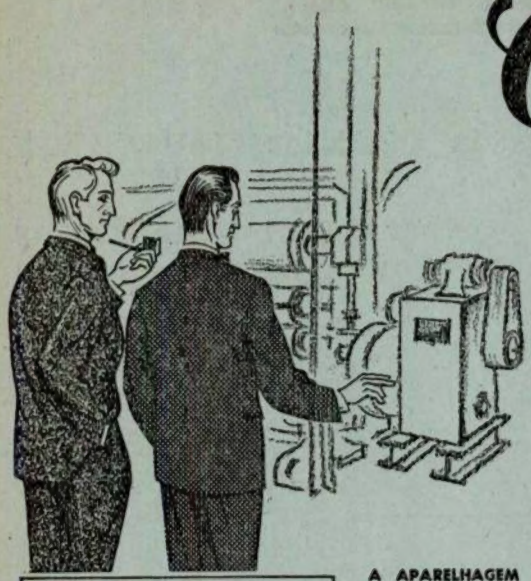
SMEIA

SOCIEDADE DE MECANIZAÇÃO INDUSTRIAL E AGRÍCOLA, S. A. R. L.

Avenida Padre Manuel da Nóbrega, 8 LISBOA

Temos a honra de anunciar

A NOSSA NOMEAÇÃO, COMO AGENTES EXCLUSIVOS PARA PORTUGAL E PROVINCIAS ULTRAMARINAS, PELA FIRMA:



Crofts (ENGINEERS), LTD.
BRADFORD – INGLATERRA

universalmente conhecida como especialista em:

TRANSMISSÕES POR CORREIA, CABO E ENGRENAGENS para todas as indústrias e potências
FUNDIÇÃO DE AÇO OU LATÃO — FABRICAÇÃO DE CONSTRUÇÕES DE SECÇÕES METÁLICAS

- TRANSMISSÕES POR TAMBORES DE CORREIAS TRAPEZOIDAIS, DE VELOCIDADE FIXA OU VARIAVEL
- ENGRENAGENS DE VELOCIDADE VARIAVEL OU DE REDUÇÃO COM PARAFUSO SEM-FIM
- EMBRAIAGENS DE FRICÇÃO OU DISCO SIMPLES OU MULTIPLO
- EMBRAIAGENS «AIRFLEX»
- CAIXAS DE ENGRENAGEM CÓNICAS — MODELO «RADIATION» OU A ÓLEO, DE VELOCIDADE VARIAVEL, TIPO «CARTER»
- UNIDADES «C-JR» PARA COMANDO DE VARIAÇÕES DE VELOCIDADE
- UNIÕES FLEXIVEIS
- MANGAS CÓNICAS FENDIDAS
- MOTORES PARA ENGRENAGENS «EFFICIENCY», ETC., ETC.

O ramo da n/ Representada é TRANSMISSÃO DE ENERGIA. Fornece máquinas de todas as potências, tanto para produzir como para utilizar energia eléctrica, e está preparada para atender qualquer indústria

A APARELHAGEM CROFT É HOJE UTILIZADA EM QUASE TODOS OS PAÍSES DO MUNDO
QUEIRAM DIRIGIR-NOS AS VOSSAS CONSULTAS

MARTIN LESLIE & C.ª, LDA.

CAMPO DAS CEBOLAS, 43-3.º D.—TELEFONES 32824 E 35234—LISBOA

A nossa Representada dispõe de grande variedade de material em armazém em Inglaterra para ENTREGA IMEDIATA ou a curto prazo

FIBROCIMENTO

- TUBOS E ACESSÓRIOS, DE 40 mm. a 600 mm.
- CHAPAS LISAS E ONDULADAS
- RESERVATÓRIOS

Sociedade Técnica de Hidráulica

S. A. R. L.

Av. Fontes Pereira de Melo, n.º 14

Telefones 4 07 98 – 5 71 27/8

LISBOA

AGENTES E REVENDEDORES EM TODO O PAÍS

MANIL

EXPORTAÇÃO · IMPORTAÇÃO

Sede: **Paço d'Arcos** – Av. Voluntários da República – Tel. 262 P. A.

CONSTRUÇÃO CIVIL

SERRAÇÃO E CARPINTARIAS MECÂNICAS
MADEIRAS E TACOS TRATADOS

Depósitos: CASCAIS — ESTORIL
PAÇO D'ARCOS — PAREDE

As oficinas estão apetrechadas com os maquinismos mais modernos e com estufa para secagem e tratamento de madeiras

TRABALHANDO PARA O FUTURO

RESISTÊNCIA E DURAÇÃO

UM PRODUTO DA

AS TINTAS CEMPEXO EMBELEZAM E PROTEGEM OS EDIFÍCIOS

PORQUE SÃO

HIDRÓFUGAS
E
PETRIFICANTES

DISTRIBUIDORES EM PORTUGAL

HENRIQUES & CASTRO, Lda.

AVENIDA CONDE DE VALBOM, 96
LISBOA

TELEF. 77 5057

Standard Electrica

ASSOCIADA

DA

"INTERNATIONAL TELEPHONE & TELEGRAPH CORPORATION"

PROJECTOS — FORNECIMENTOS — INSTALAÇÕES

— Material de radiocomunicações para todas as aplicações em média, alta, muito alta e ultra-alta frequência;

— Equipamentos de radiodifusão e televisão e respectivo material de estúdio e acessórios;

— Sistemas de antenas para aplicações gerais e especiais para radiocomunicações, radiodifusão e televisão;

— Instalações de comutação telefónica, manuais e automáticas, de todos os sistemas e capacidades. Sistemas de comunicações por fios em altas frequências;

— Materiais de transmissão telegráfica automática, por fios e por rádio;

— Sistemas de sinalização e de comando, automáticos e manuais, intercomunicadores, amplificadores e aparelhagem acessória;

— Cabos e acessórios de todos os tipos, para energia, comunicações e altas frequências;

— Rectificadores de selénio de tipos especiais e gerais para todas as aplicações.

●

Serviços Técnicos, Comerciais e Fábrica

NA AVENIDA DA INDIA — **LISBOA**

TEL. 38171/6

SCHIELD Bantam

escavadoras ligeiras
em camião
e lagartas.

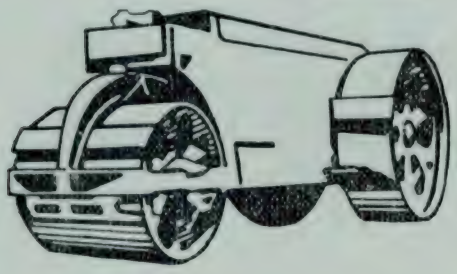
Uma ferramenta
indispensável a
empreiteiros
e industriais.

BRAY

O CARREGADOR
RÁPIDO E
ECONÓMICO

HUBER

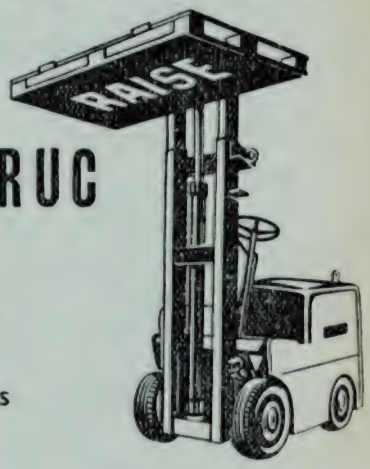
equipamento de
fama mundial para
a construção e
conservação
de estradas...



..ao serviço da indústria de construção nacional

COM EMPILHADORES

STACATRUC



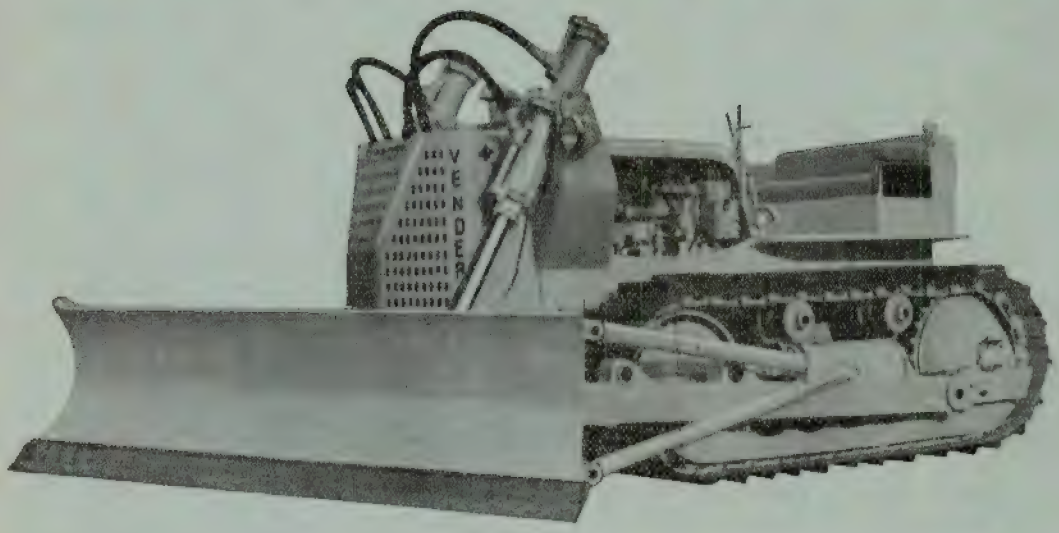
a produção
sobe...
...os custos
descem!

BLACKWOOD HODGE

Companhias Associadas, Filiais, Oficinas *e Agências em todo o Mundo.*

MÁQUINAS

PARA MOVIMENTAÇÃO DE TERRAS



Tractores Diesel

de rasto continuo de 40 a 160 HP.

EQUIPADOS COM:

Angledosers de comando mecânico ou hidráulico

ou

Scrapers

ou

Rippers

Para excavação ou remoção de terras

CONSULTEM

Os Distribuidores Exclusivos:

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

RUA CASCAIS, 47—LISBOA

BEJA — ÉVORA — PORTO — SANTARÉM — VILA FRANCA DE XIRA — LUANDA (ANGOLA)

Companhia União Fabril

Sede: Rua do Comercio, 49

LISBOA

O MAIOR AGRUPAMENTO INDUSTRIAL DA PENINSULA IBÉRICA

Fábricas em:
Alferrarede, Barreiro, Canas de Senhorim, Lisboa, Mirandela, Óbidos, Porto, Soure e Vila Nova de Gaia.

Superfosfatos, Sulfatos de Cobre, Enxofre, Sabões, Acidos, Oleos industriais e alimentares, Azeites, Torteame, Sacarias, Grossarias, Fios, Carpetes e Mangueiras.

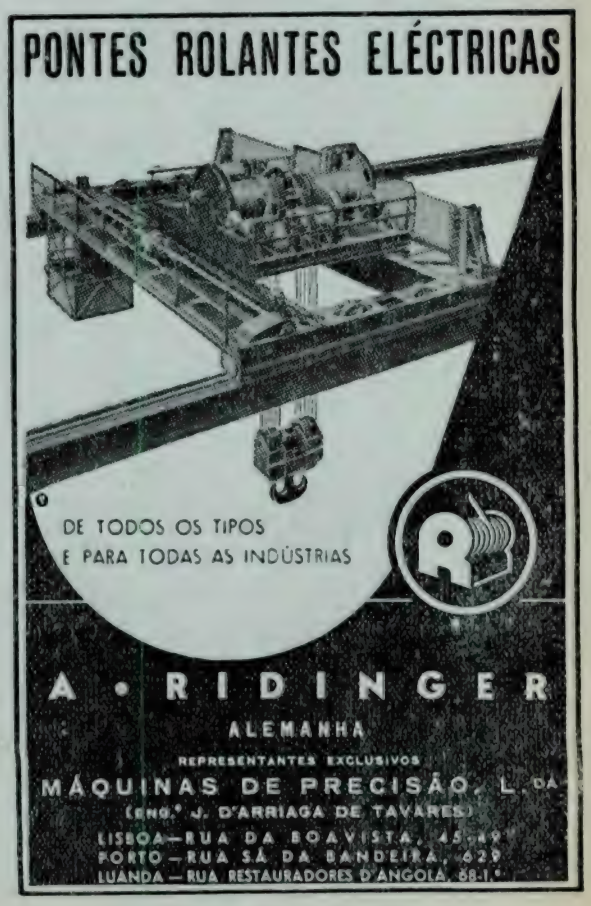
Oficinas de:
Construções metalicas, Mecânica geral de Automoveis e Engrenagens

Fundição de:
AÇO, FERRO E OUTROS METAIS

Construção Naval

(Arrendataria do estaleiro naval da A. G. P. L.)

Metalurgia de Ouro e Prata — Refinação electrolitica



LEACOCK (LISBOA), L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185 — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.
Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.
Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

VERITYS, LTD.
Motores eléctricos desde 1 até 125 H. P

J. A. CRABTREE & CO. LTD.
Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.
Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

TRANSFORMERS & WELDERS, LTD.
Transformadores de todos os tipos até à potência de 3000 K. V. A. e até à tensão de 33000 Volts.

BARTON CONDUITS, LTD.
Tubo de aço para instalações eléctricas.

EDWARD MAC BEAN & CO. LTD.
Tubo, fita e pano de tela envernizada.

MEASURING INSTRUMENTS (PULLIN), LTD.
Amperímetros, Voltímetros, Frequencímetros, Wattímetros de todos os tipos e escalas.

F. PERKINS, LTD.
Motores Diesel marítimos.

THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.
Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.
Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT
Contadores de água, de vapor e de óleo.
Tubos Venturi
Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.
Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.
Luz fluorescente e rádios.

ELECTRIC PANELS, LTD.
Aquecimento eléctrico.

UTILIZE
88 ANOS
DE EXPERIÊNCIA

Este homem representa a Socony-Vacuum, uma companhia que serve a indústria desde 1866... que forneceu os primeiros lubrificantes para muitas das maravilhosas máquinas dos nossos dias.

Este homem é apoiado por produtos com maior tempo de prestação de serviço do que quaisquer outros lubrificantes... por competentes engenheiros da especialidade... pelos laboratórios melhor organizados... pela assistência dos grandes construtores de máquinas... enfim, **pelo maior** serviço de lubrificação do mundo!

Acreditamos que um homem com tal apoio pode ajudar V. Ex.ª a aumentar a eficiência das suas máquinas — a tornar mais proveitosa a sua laboração. Por que não o consulta?

Socony-Vacuum, o maior serviço mundial de lubrificação

GARGOYLE

SOCONY-VACUUM PORTUGUESA

Gargoyle Lubrificantes
SOCONY-VACUUM

2616

TÉCNICA

DIRECTOR — FERNANDO MARQUES DE OLIVEIRA ADMINISTRADORES { VIRGÍLIO DOS REIS CARDOSO IGREJA / JOSÉ DO SACRAMENTO COSTA
SECRETÁRIO — JORGE DO NASCIMENTO VALÉIRO
CORPO REDACTORIAL — ADELINO JOSÉ SOARES DE MELO, AFONSO MANUEL BRAGA DA CRUZ, JOÃO PEDRO MOTA E MELO, MANUEL M. FRIAS DE ALMEIDA E SÁ E VIRGÍLIO LOPES CABRITA

Ano XXX - N.º 248 Janeiro de 1955

C. D. 66:338 (469)

A INDÚSTRIA QUÍMICA NA ECONOMIA DA NAÇÃO

PELO ENG.º JOSÉ MERCIER MARQUES

Conferência realizada na Sessão de Encerramento da I Semana de Química

A organização desta I Semana de Química, levada a efeito pela Associação dos Estudantes do Instituto Superior Técnico é uma iniciativa cheia de oportunidade, que merece toda a simpatia, não só pelo esforço que representa, como também pelos objectivos que pretende atingir.

Na época utilitária em que vivemos, qualquer iniciativa desinteressada é tão rara que esta, onde se não busca nem glória nem proventos, mas apenas dignificar uma profissão, que um dia há-de vir a exercer-se, é bem digna da nossa admiração e respeito.

É certo que nas ideias generosas se encontra sempre a gente moça!

Tive o feliz ensejo de seguir, quase desde o princípio, a elaboração deste projecto e de verificar o entusiasmo e persistência postos na sua realização, a despeito dos obstáculos e dificuldades que pelo caminho iam surgindo.

Foram esse entusiasmo e persistência, bases seguras de tudo o que se realiza na vida, que me contaminaram e explicam a minha presença hoje aqui, «neste lugar». E, como nada é perfeito no mundo a que pertencemos, esta será a única falha da I Semana da Química.

Quando recebi o amável convite dos organizadores deste certame que, sem dúvida, sobreestimaram o fraco valor da minha colaboração, eu deveria tê-los dissuadido desse seu propósito, o que não fiz e, por isso, me penitencio. O tema escolhido, porém, já me castigou e bastante para, talvez, merecer a sua absolvição.

De facto, ao tentar desenvolver o assunto a que subordinei estas palavras, encontrei-me por tal forma mergulhado na aridez das estatísticas, que sinceramente receei o que a outros tem acontecido em casos idênticos: levar um auditório a dormir a sono solto...

Este é o motivo porque procurei, na medida do possível, evitar as longas listas de números, buscando a forma de não vos torturar com uma erudição que, de direito, pertence às máquinas de calcular.

E, dada esta pequena explicação, tentarei mostrar, como eu próprio a vejo, a alta importância que já hoje, entre nós, possui a indústria química, o destacado lugar que ocupa na Economia da Nação, algumas das suas perspectivas futuras no quadro da Indústria Portuguesa, e, em particular, as possibilidades que nela existem para a colocação dos jovens Engenheiros recem-formados.

*

Falando a propósito do Plano de Fomento, o Senhor Presidente do Conselho expoz o seu pensamento sobre industrialização, nestes termos:

«... Sabe-se que a indústria tem rendabilidade superior à agricultura e que só pela industrialização pode decisivamente elevar-se o nível de vida, como só por ela é possível atingir sem risco altas densidades demográficas.

Sem suficiente industrialização, nem teremos mercado local bastante para algumas produções agrícolas, nem poderemos evitar completamente que os excessos de população se expatriem, como estão fazendo, nalguns casos em condições que não consideramos satisfatórias...».

Estas límpidas palavras do Senhor Doutor Oliveira Salazar, constituem, na sua admirável concisão, a síntese mais perfeita do que, para nós portugueses, significa a industrialização.

Nelas está posto o dilema: ou o País se industrializa e atinge um nível de vida aceitável ou está condenado a ser colonato agrícola, de recursos precários, em que os excessos demográficos se expatriam para não morrerem à mingua de alimentos.

Notam-se, por felicidade, sinais evidentes, de que se tenta seguir o primeiro caminho.

Nesta primeira metade do século, é notável o que se realizou em matéria de indústria, verificando-se já uma tendência crescente para que nos libertemos do nosso atavismo agrário e do saudosismo da aventura, para crer na Indústria e aceitá-la como único meio de nos resgatarmos de uma existência de dificuldades.

As qualidades inatas de inteligência do português permitem-lhe, fàcilmente, adaptar-se às novas condições e ser um bom obreiro, um excelente chefe de indústria.

E, à medida que o panorama industrial se vai desenvolvendo, essas qualidades progridem, aperfeiçoadas pela Escola e pela experiência.

No caso particular da Indústria Química, o caminho percorrido é impressionante, sobretudo para um país onde ela, pràticamente não existia, há cinquenta anos. E pode dizer-se que neste capítulo, não passámos, por enquanto, da primeira fase da industrialização, tanto nos fica ainda para fazer no futuro.

Mas há já, neste momento, provas evidentes de que as grandes realizações da indústria química começam a interessar os capitais portugueses, como claramente se depreende das recentes instalações para a produção de amoníaco sintético, cianamida cálcica, celulose e papel, de «cracking» de petróleo. Os investimentos feitos nestas diversas unidades não devem andar longe, no seu total, dos dois milhões de contos. Não só esta cifra é muito significativa, como também as instalações possuem características que saem fora da escala corrente das iniciativas industriais portuguesas.

E, se passarmos em revista as produções da indústria química nacional, mesmo abstraindo de algumas que, por mais modestas, não deixam contudo de ter a sua importância, chegaremos a números cuja ordem de grandeza se impõe.

Assim e auxiliando-nos da Estatística mais recente, faremos uma rápida digressão pela nossa indústria química, iniciando-a pelo capítulo dos ácidos minerais, domínio em que se registaram ùltimamente importantes progressos, tais como os da fabricação do ácido sulfúrico pelo processo de contacto, na «CUF» e no «Amoníaco Português» e a da síntese do ácido clorídrico, na Soda Póvoa.

A traços largos, a nossa produção de ácidos minerais, de várias concentrações, distribui-se da seguinte forma:

Ácido azótico	980	toneladas
Ácido clorídrico	1.200	»
Àcido sulfúrico	271.000	»
	273.180	»

A esta produção anual de mais de 270.000 t que, ligada directamente à dos fertilizantes, tende a aumentar, corresponde um valor que não anda longe dos 300 mil contos

Num futuro próximo, disporemos também de ácido fosfórico, sem falarmos no anidrido sulfuroso, que já se fabrica, mas sobre cuja produção não obtivemos números.

Mais de 85 % da produção do Ácido Sulfúrico são absorvidos pela fabricação dos adubos fosfatados e pela do Sulfato de Amónio.

Um dos sectores mais importantes da nossa indústria química, não só pelos grandes investimentos efectuados, mas também pelo valor da produção, suas repercussões na agricultura nacional e ainda por um certo volume de exportação a que tem dado lugar é, como se sabe, o dos fertilizantes.

A instalação das duas grandes unidades de Estarreja e Alferrarede para a fabricação do amoníaco sintético, mostra nìtidamente a evolução pela qual o assunto tem passado e a forma como vamos conseguindo emancipar-nos de importações que já antes da guerra atingiam mais de 60 mil contos por ano.

Hoje, só a produção de Fertilizantes Químicos, regista as cifras seguintes:

	Toneladas	Contos
Sulfato de amónio	43.000	93.000
Superfosfato de cálcio.	356.500	374.000
Mistos	10.800	13.700
	410.300	480.700

Por outro lado, os adubos orgânicos e químico-orgânicos apresentam um total de 16.000 t para um valor de 21.600 contos.

Temos, portanto uma produção global de adubos de várias naturezas, que atinge umas 426.000 t e mais de 500.000 contos.

Se considerarmos que as nossas importações de nitratos ainda somam, actualmente, mais de 50.000 contos, chegamos à conclusão que, no capítulo de adubos, resta bastante que fazer, mesmo depois de entrarem no consumo as 10.000 t da cianamida cálcica nacional, cuja fabricação já se iniciou.

E, para concluir este rápido golpe de vista sobre a produção de fertilizantes, dando uma ideia da sua posição no quadro do consumo de energia hidroeléctrica nacional, permitimo-nos reproduzir da notável obra do Sr. Professor Eng.º Ferreira Dias — «Linha de Rumo» — as previsões feitas para a produção de 51.200 t de sulfato de amónio e 12.100 t de nitratos e cianamida, e que ascendem, respectivamente a 330 e 25 milhões de KWH.

A mão de obra exigida só por estes fabricos, é, segundo as mesmas previsões, de 350 operários.

A indústria dos Resinosos ocupa uma situação muito especial dentro das nossas actividades industriais, pelo número muito elevado de pessoas que dela vivem, e pela área enorme afecta à plantação de pinheiros, no nosso País.

Com efeito, cerca de 10.000 homens se empregam na recolha da gema e 1.000 na indústria da destilação da resina.

1.200.000 hectares de pinhais, pertencentes a cerca de 150.000 proprietários, constituem a superfície plantada, área que o Eng.º Luís Américo de Freitas, na sua interessante obra «Pinhais Escalonados», afirma poder ser acrescida de mais 600.000 hectares.

A produção média anual da resina, nos últimos 6 anos, é de cerca de 54.000 t às quais corresponde o valor de 112.500 contos.

No mesmo período, a produção média de pez e aguarrás atingiu, respectivamente, 42.000 t e 10.500 t, tendo a exportação registado, para o pez, o valor médio 227.500 contos e para a aguarrás 52.200 contos.

O consumo interno daqueles produtos, destina-se às ceras, pomadas, graxas, cerâmica, fósforos, papel, sabão, tintas e vernizes, sendo o do pez 6 a 7.000 contos e o da aguarrás 13 a 14.000 contos.

O aspecto económico desta indústria, sujeita a crises, por vezes bastante graves, devidas às oscilações do mercado externo, sugere um pequeno comentário, inspirado no que se passa com outro país importante produtor de resinas. A França, por exemplo, cuja produção é superior à nossa, exporta quantidades relativamente pequenas de derivados das resinas, de certo porque os transforma e consome dentro das próprias fronteiras. Portugal é, em compensação, o mais importante exportador daqueles produtos, na Europa.

Vê-se que o assunto mereceria ser estudado a fundo e, sem dúvida, contém matéria para uma larga investigação de laboratório. Há toda uma química dos derivados dos resinosos capaz de fornecer temas, de maior interesse aos jovens estudiosos recem-formados ou em vésperas de concluirem os seus cursos.

Isto, sem falar na série de resinas e gemas que a flora das nossas províncias ultramarinas nos pode fornecer para estudo e aplicações práticas.

Muito interessantes pelo consumo que fazem de alguns dos nossos recursos minerais de fraco valor, transformando-os em produtos mais ricos e de grande procura, indispensáveis à execução das nossas obras de fomento e da construção em geral, são as indústrias da cal hidráulica e do cimento. Utilizando os nossos calcáreos, margas, gessos e areias, o volume da sua produção atinge hoje cifras muito elevadas e a qualidade dos produtos é excelente, obtida em unidades de 1.ª ordem.

São 10 as fábricas de cal hidráulica e 5 as de cimento. empregando respectivamente 417 e 2.172 operários.

A produção de cal hidráulica anda por cerca de 65.000 t no valor de uns 10.200 contos, enquanto a de cimento se eleva a umas 727.000 t e a cerca de 350.000 contos.

Desta última produção, mais de 12.200 t no valor de quase 7.000 contos são absorvidas pela indústria do fibro-cimento.

As exportações de cimento têm alcançado, nos últimos três anos, médias de 52.000 t para o estrangeiro e 122.000 t para o nosso Ultramar.

A indústria das matérias gordas, sabões diversos e óleos sulfonados apresenta, do ponto de vista que nos interessa, o seguinte aspecto:

	Toneladas	Contos
Matérias gordas	23.000	220.000
Sabões diversos	62.000	333.000
Óleos sulfonados	227	2.540
	85.227	555.540

Esta produção, cujo interesse reside, principalmente, na utilização de matérias-primas ultramarinas e dos bagaços de azeite, atinge a cifra significativa de 555 mil contos, na qual o óleo de linhaça entra por 24 mil contos, extraído de oleaginosas importadas. Os tourteaux residuais, destinados a alimentos para o gado, atingem 26.500 t e 40.300 contos.

Num outro grupo de indústrias de marcado valor económico, incluem-se a da cerâmica e do vidro, de velhas tradições, e que nos apresentam o panorama seguinte:

	Toneladas	Contos
Cerâmica	—	283.600
Vidro	16.000	227.000

Aqui, as matérias-primas são, pràticamente, todas nacionais.

Na rubrica dos curtumes, regista-se uma produção, que se eleva a 402.000 contos.

Muitas das peles utilizadas são de origem nacional, embora se importe ainda um volume considerável. Os cromatos e sais de crómio são já em grande parte, produtos da nossa indústria. Dos extratos taninosos importados deveremos emancipar-nos num futuro próximo, logo que entre em laboração a fábrica que está projectada para utilizar matérias-primas portuguesas, em especial casca de acacia mimosa.

No capítulo dos produtos químicos, em que apenas se indicam os mais importantes, mostra-nos um aspecto com certo interesse, mas susceptível ainda de grande desenvolvimento, como se verá:

	Toneladas	Contos
Soda cáustica	9.900	19.900
Carbonato de sódio	15.000	19.500
Sulfato de cobre	16.900	98.000
Enxofre	13.800	41.600
Carboneto de cálcio	4.975	12.600
D. D. T.	—	700
Álcool	4.737.000 litros	55.700
		248.000

Se a estes quase 250 mil contos, juntarmos as produções dos sulfatos de sódio e de ferro, os cromatos e sulfatos de crómio, as glicerinas, os óxidos de chumbo, silicato de sódio, hipocloritos de cálcio e sódio litopones, etc., não devemos afastar-nos muito dos 300.000 contos.

A indústria dos fósforos apresenta-nos uma produção de 72.000 contos.

Existem 4 fábricas, cuja produção em 1952 não ultrapassou 60 % da sua capacidade e que em 1953 baixou 18 % devido sobretudo a quebra de exportações.

No sector do papel e da celulose, a estatística consultada não nos dá ainda indicações sobre o volume da produção da Fábrica de Cacia, que começou a laborar posteriormente à sua publicação. Registam-se no entanto os seguintes números.

	Toneladas	Contos
Celulose	4.200	17.000
Papel	39.000	300.000

Durante o mesmo período, as importações foram, respectivamente, da ordem dos 70.400 e 122.400 contos, isto é, quase 193.000 contos.

É esta considerável verba da nossa importação que se espera ver substancialmente diminuída com a laboração da grande Unidade de Cacia, cujo capital investido deverá elevar-se a mais de 350.000 contos, podendo a capacidade de produção atingir 40.000 t anuais.

Num grupo de indústrias, incluiremos bastante arbitràriamente, para abreviar, as tintas preparadas e alvaiades, com 52.000 e 10.080 contos, respectivamente; as colas, grudes e gelatinas, com cerca de 5.500 contos; os pigmentos e cargas, com uns 19.000 contos e os amidos, féculas, dextrinas e glucoses com cerca de 32.000 contos, seja um total de 118.000 contos.

Quanto à produção de coque e de gás de iluminação encontramos, respectivamente 28.000 t e 48 milhões de metros cúbicos, cujos valores ascendem a 21.000 e 86.000 contos.

No capítulo da indústria alimentar não podemos deixar de referir três valiosos factores da economia, integrados na indústria química: a refinação de açúcar, a cerveja e as leveduras, que, pelo facto de utilizarem matérias-primas ultramarinas e metropolitanas, tais como ramas de açúcar e melaços, milhos, cevadas e alfarroba, possuem grande interesse.

São os que seguem, os números que traduzem as suas actividades:

	Toneladas	Contos
Refinação de açúcar	91.300	450.000
Leveduras	3.360	36.960
Cerveja	15.000.000 litros	90.000
	Total	576.960

A estas indústrias poderia, ainda, acrescentar-se a dos Lacticínios, em que tanto se faz sentir a falta da técnica química e que movimenta não só enormes quantidades de matéria-prima, como importantíssimos capitais.

Em matéria de combustíveis líquidos, verifica-se que a Refinaria de Cabo Ruivo, cuja categoria se tornou internacional, sofreu um aumento de capacidade para 1.000.000 de toneladas por ano. A instalação de «cracking» permite-lhe uma melhor utilização do petróleo bruto e a obtenção de gasolinas de melhor qualidade.

As unidades de estabilização e polimerização permitirão o aproveitamento dos gases resultantes das operações de fabrico e a liquefação de propano e butano. Os gases não saturados serão polimerizados com vista à obtenção de gasolina de alto poder anti-detonante e os saturados, insusceptíveis de liquefação, poderão vir a ser utilizados como gás de iluminação e para o fabrico do amoníaco.

Na instalação «Edeleanu» para refinação por solventes obter-se-á petróleo para iluminação e combustível especial para aviões de jacto. A mesma unidade servirá também para a refinação de óleos de lubrificação.

Prevê-se a recuperação de mais de 5.000 t de enxôfre para a agricultura e indústria e a obtenção de asfalto por oxidação dos resíduos de petróleo bruto.

Os números mais recentes de que dispomos mostram-nos as produções seguintes:

Gasolina	89 milhões de litros	90.000 contos
Petróleo	73 » » »	70.000 »
Gasóleo	75 » » »	67.000 »
Fuel-Oil	124 mil toneladas	77.000 »
	Total	304.000 »

Para esta estimativa adoptámos os preços da importação, tendo em atenção as densidades dos produtos.

E para se ter uma ideia da ordem de grandeza desta grande unidade industrial, convirá dizer que na fase actual possui 45 engenheiros, 3 doutores em química ou físico-química, 255 empregados e 2.038 operários.

Destes 2.038 assalariados formarão o quadro definitivo cerca de 1.200.

O quadro que se acaba de traçar sobre a nossa indústria química, não dispensa uma referência especial à maior organização portuguesa e peninsular daquela indústria — a Companhia União Fabril.

Não nos referiremos agora às várias produções de que ela se ocupa, pois foram já citadas anteriormente em cada capítulo abordado. Alguns números, porém, mostrarão a importância desse grande complexo industrial:

Pessoal, só da indústria química 3.200 pessoas; Engenheiros na CUF e empresas associadas 89; potência instalada 11.000 CV; Consumo de energia 20 milhões de kWh (não incluindo o amoníaco sintético); consumos de água doce e salgada, respectivamente 2 e 7 milhões de metros cúbicos.

Por falta de indicações precisas, limitamo-nos apenas a fazer referência às actividades que se prendem com a produção de fibras artificiais, corantes orgânicos, matérias plásticas, cremor de tártaro,

ácido tartárico, explosivos, parte da indústria farmaceutica, indústria metalúrgica etc., cujos valores de produção são dignos de nota. Ficaremos por aqui, para não exceder os limites razoáveis desta palestra e também porque, embora de forma sumária, se apresentou já o grosso da coluna.

Apesar das lacunas deste despretencioso trabalho, ele terá tido, contudo, a vantagem de mostrar o notável lugar que ocupa a fabricação química no quadro da indústria em geral.

Com efeito, verifica-se que o valor da produção ascende a cerca de cinco milhões de contos, que os investimentos são extremamente elevados e ainda que ela ocupa uns 50.000 operários, o que de ponto de vista social lhe estabelece lugar de indiscutível relevo. Só as indústrias de cerveja, açúcar, resinosos, cerâmica, cal hidráulica, cimento, vidro, fósforos, papel, curtumes, álcool, alvaiades, tintas e vernizes possuem, no seu conjunto, uma potência instalada de mais de 100.000 CV.

Se lhe juntarmos a dos adubos, consomem mais de 200 milhões de KWh e ocupam um número superior a 44.000 operários.

Mas, a posição da nossa indústria química está longe ainda de ser a que lhe reserva o futuro, como fàcilmente se depreende de uma exposição publicada pela Comissão Reguladora dos Produtos Químicos e Farmaceuticos, no número especial do «Jornal do Comércio», de 28 de Novembro do ano findo, dedicado à produção nacional, e que não resistimos a transcrever.

Referindo-se às importações de produtos químicos e farmacêuticos diz:

«Estas mostram-nos que a média das importações durante o triénio de 1935/37 se representa por um valor de 184 mil contos correspondente a 126 mil toneladas, pesando nestes números muito particularmento os adubos, a soda cáustica, as tintas e vernizes, e os medicamentos.

Nos três últimos anos o curso das importações representativas do movimento das aquisições de adubos, produtos químicos, drogas e medicamentos traduz-se do modo seguinte:

Anos	Toneladas	Contos
1951	405.061	919.098
1952	408.432	877.553
1953	452.242	905.295

o que representa uma média anual de 421.912 t com um valor de 900.649 contos e, cotejando esta média com a verificada em igual período de 1935/37, chega-se a aumentos de

334.85 % em tonelagem

e de 489.48 % em valor . . . . . »

Em nosso entender, estes números que, aparentemente, poderão ser tomados como uma prova de estagnação ou insuficiência industrial, devem pelo contrário ser considerados um índice de progresso e um sintoma de quanto têm aumentado as nossas necessidades, a despeito do desenvolvimento porque tem passado a indústria. Melhor que quaisquer outros, eles indicam as perspectivas que se abrem diante da indústria química portuguesa.

No seu conjunto metropolitano e ultramarino, o País dispõe de vastas possibilidades quanto a matérias-primas, das quais apenas transforma ainda reduzida parte e, embora deficiente de combustíveis, está procurando aproveitar ao máximo os seus recursos hidro-eléctricos, com vista a combater aquele dèficit, na medida do possível.

A modéstia do seu mercado interno de consumo, um dos obstáculos que mais tem entravado o ritmo da industrialização, tende a melhorar com o acréscimo constante da população.

Por outro lado, o poder de compra terá de ser fomentado por uma inevitável melhoria dos salários, que não poderá deixar de acompanhar as tendências mundiais de elevação do nível de vida do trabalhador, o que exigirá uma produção maior à indústria, com uma benéfica repercussão nos

preços de custo. Não parecem, de forma alguma, pessimistas as perspectivas industriais do País, sobretudo se uma política de fomento industrial amparar nos seus primeiros passos as novas fábricas e permitir às antigas que aufiram o seu justo lucro.

É necessário não perder de vista a realidade: a indústria não se estabelece por filantropia, instala-se para ganhar dinheiro.

Muitas indústrias novas poderão ainda erguer-se no nosso País, para transformar matérias-primas metropolitanas e ultramarinas. A indústria bioquímica, em particular, com a sua vasta gama de produtos, nomeadamente a dos antibióticos, terá de estabelecer-se entre nós, como se tem instalado e desenvolvido em toda a parte, não só por motivos económicos, como também por razões de saúde pública e estratégicas.

De resto, no campo das fermentações industriais os horizontes continuam a alargar-se, à medida que se vão conhecendo melhor as acções de certos microorganismos.

Assim, sem falarmos na indústria das leveduras para panificação e na do álcool, já em actividade no nosso país há longos anos, são hoje de prática corrente no estrangeiro as do ácido lactico, glicerina, acetona-butanol, acetona-etanol, álcool butílico, ácido propiónico, cítrico, glucónico, etc.

A Indústria bioquímica, cujas matérias-primas, em geral, possuímos, parece, pois, das mais indicadas neste País, desde que saibamos utilizar os seus produtos finais ou exportá-los.

Mas, também as substâncias gordas e os resinosos poderão fornecer-nos matéria interessante para industrializações novas, no campo dos detergentes e das resinas sintéticas para moldagens. vernizes e outros materiais de interesse técnico.

A electroquímica tem, sem dúvida, grandes probabilidades de desenvolvimento. Diversas metalurgias e em especial a siderurgia encontram-se em estudo e serão um facto, num futuro mais ou menos próximo, criando-nos as possibilidades de fabricar grande parte do nosso equipamento industrial, todo importado a peso de ouro.

No sector da indústria alimentar, em que intervêm processos químicos, devem prever-se instalações com vista à exportação de produtos derivados das nossas matérias-primas de cá e do Ultramar, tais como concentrados e conservas de frutos, extractos de café, amidos, chocolates, leveduras alimentares, etc.

Mas o desenvolvimento das nossas indústrias químicas e, de resto, o de todas, exige o perfeito conhecimento dos seus problemas, e para isso é necessário dispor-se dos meios indispensáveis de estudo.

Mais uma vez, vem a propósito chamar a atenção para a falta que entre nós se verifica de um Instituto de Investigação, onde os estudiosos possam realizar, não só o estudo teórico de determinados problemas, mas também o de processos industriais, em pequenas instalações - piloto cujo equipamento possa ser utilizado para múltiplos fins. Poderiamos inspirar-nos na «Fundação Calvo Sotelo» que, na vizinha Espanha, já tantos frutos tem dado.

Tal Instituto, permitiria dar aos recem-formados o ensino prático complementar do da Escola, e criar reais valores técnicos que a Indústria absorveria fàcilmente.

Enfim, cremos que os novos engenheiros-químicos que esta grande Escola for lançando na vida, com a sólida preparação que um escol de excelentes professores aqui lhes ministra, poderão olhar com confiança o futuro.

Que esta palestra, apesar da aridez do tema, tenha tido ao menos, a virtude de dar aos estudantes para os quais, em especial foi preparada, a fé na profissão que escolheram e que, a nós, ao cabo de longos anos de exercício, nunca nos desiludiu. É necessário, porém, não esquecer que a missão do engenheiro-químico tem grandes exigências e impõe pesados sacrifícios, sobretudo quando se exerce em fábricas. Essa missão não se resume a dirigir a produção ou o controle de um produto de boa qualidade e uniforme, exige também grande tacto nas relações com chefes e subalternos, e nunca perder de vista que ela se integra no quadro económico da indústria, que, por sua vez, necessita sempre integrar-se no da Economia Geral da Nação.

*

Pensamos ter mostrado embora incompletamente, é certo, o valor real da nosssa indústria química.

Ele ressalta com nitidez dos números apresentados, isto é: Um valor de produção de cerca de cinco milhões de contos, um consumo de energia que deverá ultrapassar, quando as unidades do amoníaco sintético e a da cianamida puderem laborar regularmente, uns 550 milhões de kWh. Mais de cinquenta mil operários ao seu serviço.

Se considerarmos o lucro industrial daquela produção e os salários pagos ao pessoal que ela ocupa, poderemos estimar que a riqueza criada anualmente pela indústria química, não deverá ser inferior ao milhão de contos.

Antes de terminar, julgo oportuno recordar certo passo de um discurso que V. Ex.ª, Sr. Subsecretário de Estado do Comércio e Indústria, proferiu em tempos na Câmara dos Deputados e que é a melhor defesa da industrialização.

É o seguinte: «ao passo que na Agricultura, Silvicultura e Pecuária o rendimento do trabalhador não ultrapassa 2.350$90 esc. e na Pesca 3.743$00 esc., na Indústria atinge já 9.327$70 esc. e mesmo 12.601$00 esc. conforme os casos».

V. Ex.ª definiu bem claramente o seu pensamento sobre o assunto e julgo que ele é também o de todos nós.

A terminar, tenho a honra de agradecer a V. Ex.ª Sr. Subsecretário de Estado do Comércio e Indústria e a todos V. Ex.as a benévola atenção com que me escutaram.

C. D. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.) preparadas nos Serviços do R. N. C. a cargo da Companhia Nacional de Electricidade —

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 93 % dos totais do País.*

NOVEMBRO

I — Elementos gerais

a) Mensais (mês de Novembro) 10^6 kWh

	1953	1954	Variação %
Produção hidráulica (P_h)	101,9 (2)	69,7 (4)	— 32
Produção térmica (P_t) . .	5,9 (3)	46,2 (5)	+683
Produção total (P_T) . . .	107,8	115,9	+ 8
Cons. electroquímico (C_{eq})	8,5	2,1	— 76
Outros consumos (C_T–C_{eq})	83,7	95,8	+ 14
Consumo total (C_T) (1) . .	92,2	97,9	+ 6

b) Acumulados (de 1 de Janeiro a 30 de Novembro) 10^6 kWh

	1953	1954	Variação %
Produção hidráulica (P_h)	824,5 (6)	1294,5 (8)	+ 57
Produção térmica (P_t) . .	322,8 (7)	100,5 (9)	— 69
Produção total (P_T) . . .	1147,3	1395,0	+ 22
Cons. electroquímico (C_{eq})	118,4	238,8	+102
Outros consumos (C_T–C_{eq})	868,2	954,0	+ 10
Consumo total (C_T) (1) . .	986,6	1192,8	+ 21

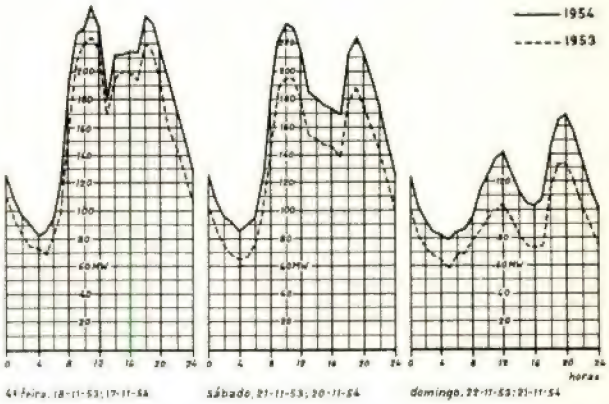
Notas:

(1) No consumo total (C_T) estão incluídas as perdas nas redes de transporte e de distribuição.

(2) 95 % P_T. (3) 5 % P_T. (4) 60 % P_T. (5) 40 % P_T. (6) 72 % P_T. (7) 28 % P_T. (8) 93 % P_T. (9) 7 % P_T.

II — Diagramas de carga da produção

	4.ª feira: 18-11-953	4.ª feira: 17-11-954
Produção hidráulica (P_h) — MWh	3356	1981
Produção termica (P_t) — MWh . .	249	2198
Produção total (P_T) — MWh . . .	3805	4179
Utilização da ponta (U) — horas	16,6	16,8
Factor de carga (α)	0,69	0,70
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,31	0,33

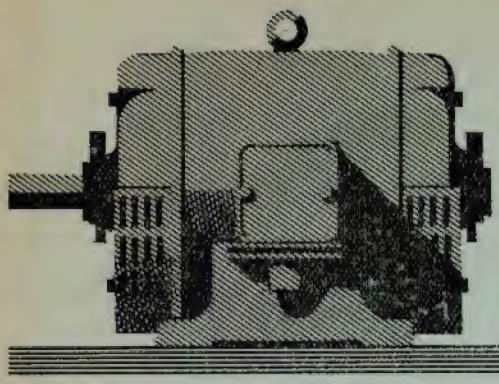


III — Energia armazenada nas principais albufeiras no fim do mês de Novembro de 1954.

Albufeira	Energia armazenada 10^6 kWh	Energia armazenada % (1)
Venda Nova	42,7	40
Salamonde	13,6	97,3
Guilhofrei	3,8	46
Lagoa Comprida	12,2	41,5
Santa Luzia	6,1	17,9
Cabril	9,1	–
Castelo do Bode	64,5	39,4
Pracana	1,2	11,1
Póvoa	4,1	25,4
Total	158,0	23,8

Nota:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.



EFA-ACEC

MOTORES ELÉCTRICOS

EFA-ACEC

MOTORES ELÉCTRICOS

EFA-ACEC

EFA-ACEC

MOTORES ELÉCTRICOS

EFA-ACEC

MOTORES ELÉCTRICOS

EFA-ACEC

MOTORES ELÉCTRICOS

EFA-ACEC

MOTORES ELÉCTRICOS

EFA-ACEC

MOTORES ELÉCTRICOS

FABRICADOS EM PORTUGAL PELA

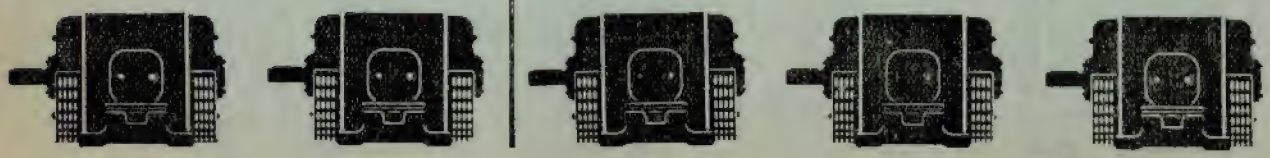
EFA - EMPRESA FABRIL DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

ARROTEIA — S. MAMEDE DE INFESTA

DISTRIBUIDORES GERAIS

INDÚSTRIAS ELÉCTRICAS ASSOCIADAS — INEL

SEDE EM LISBOA: RUA RODRIGO DA FONSECA, 76, 4.º
TELEFS. 40174, 47533, 55317, 56582 E 57158 • TELEG.: INELA-LISBOA
DELEGAÇÃO NO PORTO: RUA DE SANTA CATARINA, 470
TELEFONES 28841, 28842 E 28843 • TELEGRAMAS: INELAPO-PORTO



São muitas as indústrias em que um determinado grau de humidade é de primordial importância para uma produção eficiente.

O "LECTRODRYER" BIRLEC

Fabricado por:

BIRLEC

LIMITED

BIRMINGHAM — Inglaterra

é o equipamento ideal para a obtenção de qualquer grau de humidade necessário à vossa indústria.

Sobre o seu caso, consulte sem qualquer compromisso

Os agentes:

AHLERS, LINDLEY, L.DA

Sede:

Rua Ferregial de Baixo, 33 - 2.º

LISBOA — Telefone 21321/4

Filial do Norte:

Palácio do Atlântico, 408

Praça D. João I

PORTO — Telefone 28384

C. D. 66:167:62

L'INDUSTRIE, LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET L'INGÉNIEUR

PAR DR. PIERRE LAURENT
Prof. à l'I. S. T.

Conférence faite lors de la 1ère Semaine de Chimie

La vie immédiate de l'industrie est basée sur la valeur de ses ingénieurs. Ses progrès, sur la recherche scientifique.

Notre Ecole se doit de former des jeunes gens à ce double point de vue, c'est à dire à faire des agents utilisables pour l'industrie.

S'il faut découvrir des vocations de chercheur il est aussi indispensable de créer une tradition de recherche qui conquerra et justifiera la confiance des industriels. Mais il est évident que cette confiance ne saurait que suivre la création de cette tradition.

C'est au prix de cet effort qu'une coopération fructueuse entre l'Industrie et le Laboratoire pourra s'établir au bénéfice de chacun et au delà, au profit du pays tout entier.

O dia a dia da indústria baseia-se no valor dos seus engenheiros. O seu progresso na investigação científica.

A Nossa Escola deve formar jovens para este duplo ponto de vista, quere dizer, fazer técnicos utilizáveis pela indústria.

Se é necessário descobrir vocações de investigador, é também indispensável criar uma tradição de investigação que conquistará e justificará a confiança dos industriais. Mas é evidente que não existirá esta confiança se não se criar esta tradição.

É como resultado deste esforço que uma cooperação frutuosa entre a Indústria e o Laboratório se poderá estabelecer em benefício de cada um e, além disso, em proveito do País inteiro.

Le développement de l'industrie dans son état actuel a suivi des chemins très variés.

Beaucoup de fabrications sont souvent encore du domaine de l'artisanat. Les techniques, toutes empiriques, se transmettent encore comme des recettes de cuisine. Exemple la tannerie.

Pour d'autres, les théories sont tard venues alors que les techniques étaient au point depuis longtemps; exemple: la savonnerie dont la théorie n'est connue que depuis une vingtaine d'années alors qu'on fabrique du savon depuis des millénaires!

D'autres industries ont leur origine dans un travail purement académique, sans but précis: en 1836 Dumas et Peligot préparent pour la première fois du sulfate de cétyle. 100 ans après seulement ce corps devient un produit de grande industrie dans la composition d'un détersif moderne.

Au cours de ses travaux sur la fermentation Pasteur note en passant qu'il se forme aussi quelques pourcents de glycérol. Pendant la Grande Guerre les Allemands partant de cette petite note arrivent à fabriquer de la glycérine de fermentation avec un rendement de 50 %. C'est le procédé Protol.

D'autres industries sont nées à la suite de découvertes tout à fait fortuites. Voici quelques exemples amusants.

En 1910 un chimiste français, Benedictus range son laboratoire. Il laisse tomber un flacon qui contenait depuis longtemps de la nitrocellulose. Le verre se casse mais les débris restent collés au gel de nitrocellulose. C'est l'époque héroïque de l'automobile et des accidents mortels par coupures dues aux vitres brisées... Benedictus voit de suite l'avantage de sa découverte et peu après naît le Triplex.

Lors des essais de la fabrication de l'indigo par synthèse on casse accidentellement un thermomètre dans le ballon. A la fin de l'opération on constate que les rendements sont bien supérieurs à ceux qu'on avait obtenus auparavant. C'est la découverte du rôle catalytique du mercure.

A Strasbourg em 1886 un médecin prescrit de l'aniline comme remède contre la fièvre. Le garçon de pharmacie se trompe et donne de l'acétanilide. Le malade s'en trouve fort bien et on a ainsi découvert par hasard les vertus antifébriques et analgésiques de l'acétanilide, fabriquée et vendue ensuite sous le nom d'antifébrine.

Dans un ordre d'idées tout différent nous assistons à des recherches systématiques dans des produits pharmaceutiques. Ainsi on a préparé, et essayé toute la série des dérivés barbituriques dont un certain nombre seulement est resté dans la nomenclature thérapeutique.

Certaines industries ont dû leur naissance à la nécessité. Ici encore quelques exemples serviront d'illustrations.

Pendant le dernier quart du 18ème siècle l'industrie a un besoin croissant de soude. La fabrication repose sur des procédés archaïques et onéreux, et la production ne suffit plus aux besoins. En France l'Académie des Sciences offre un prix de 10 000 livres à qui trouvera un procédé efficace. Nicolas Leblanc emporte le prix. Il est ainsi devenu le premier chimiste industriel de l'époque.

Vous me permettrez d'ajouter ici un mot sur la suite de la vie de Leblanc... l'Académie fut dissoute par suite des remous politiques et le prix ne fut jamais payé. Leblanc vécut dans la gêne et se suicida à 62 ans dans la misère et le désespoir alors que d'autres faisaient fortune grâce son procédé... La statue érigée par la suite à Paris ne fait qu'ajouter au tragique de son sort.

Dans un ordre d'idées parallèle signalons qu'en 1870 le gouvernement de Napoléon III offre un prix pour un produit qui pourrait remplacer le beurre ! Mège Mouries l'emporte et la margarinerie est née.

Napoléon 1er est gêné par le blocus anglais pour ses importations de sucre de canne. Il initie et suscite des recherches qui conduisent à l'industrie du sucre de betterave.

Plus récemment les travaux sur les matières plastiques provoquent une importante demande en phénol. Les sources habituelles du goudron de houille ne suffisent plus à couvrir la demande. Vers 1930 des recherches sont entreprises, et conduisent au procédé Raschig.

Nous voyons ainsi que de nombreuses fabrications sont nées du besoin déterminant une recherche ultérieure.

Il serait impossible ici de faire une longue et intéressante énumération de tous les problèmes que la dernière guerre a posés et qui ont été résolus par une recherche en groupe ; je ne signalerai que : la mise au point de la fabrication du polyéthylène, facteur déterminant de la supériorité de détection de l'aviation alliée, la bombe atomique, et dans un domaine plus pacifique les recherches sur la chimiothérapie.

Cette énumération doit nous montrer deux point fondamentaux.

Les origines artisanales de l'industrie qui persistent encore dans de nombreux cas.

L'évolution et la création d'industries nouvelles dues pour une grande part à des recherches de laboratoire.

Une industrie a donc deux aspects pratiques. L'un consiste dans la marche actuelle de l'entreprise par des méthodes connues : c'est le facteur statique du travail de routine. L'autre consiste dans la recherche de fabrications nouvelles ou de débouchés nouveaux : c'est le facteur dynamique, c'est le travail de recherches.

Or, ce travail, statique ou dynamique, est fait par des ingénieurs, ceux quen ous formons et de la formation desquel nous sommes, bien entendu, responsables chacun dans son domaine.

Précisons donc ici une fois encore ce que la haute direction d'une entreprise attend de son ingénieur.

Faire marcher l'usine.

Préparer l'avenir.

Comment pouvons nous arriver à donner à l'ingénieur les qualités nécessaires à ces deux rôles ? Quoiqu'il puisse paraître difficile et un peu artificiel de séparer ces deux points de vue je vais le faire pour la commodité de l'exposé.

Formation de l'Ingénieur

Nous devons dans un espace de temps nettement limité — une fraction inextensible de la vie d'un homme — lui donner une formation aussi complète que possible et lui enseigner des sciences qui deviennent chaque jour plus étendues.

Notre collègue, M. le Professeur Luís Almeida Alves a traité cette question avec autorité et je n'y reviendrai pas. Nous arrivons ainsi à la notion de spécialisation et si celle-ci est trop poussée on peut lui appliquer cette boutade d'Outre-Atlantique.

«They know more and more about less and less».

Un juste milieu s'impose donc et ce milieu doit être étroitement adapté au besoin du pays. L'étudiant doit choisir une discipline qui sera le centre de gravité de ses études, tout le reste gardant le caractère accessoire d'un complément utile.

Limitons nous ici au domaine de la chimie. Il est nettement plus utile pour un ingénieur chimiste de savoir de la chimie dont il aura besoin tous les jours plutôt que de savoir construire un toit, chose dont il n'aura besoin que très exceptionnellement — et encore un entrepreneur quelconque le fera bien mieux que lui !

Bien entendu il ne s'agit pas ici de supprimer l'étude de la Résistance des Matériaux dont il aura besoin plus tard en tant qu'ingénieur.

Une fois définies la grande part chimique et la petite part accessoire, il convient de donner à ces jeunes gens une bonne éducation chimique de base, la pratique l'emportant de beaucoup sur la théorie. J'insiste ici particulièrement sur l'influence néfaste qu'ont, tant dans l'industrie que dans l'enseignement, ceux qui ont une formation théorique trop lourde à côté d'un faible vernis pratique.

Remarquons ici aussi en passant une erreur habituelle qui consiste à dire : 3 heures de cours plus 6 heures de travaux pratique = 9 heures de travail. Il n'en est rien. C'est presque aussi absurde que d'additionner des litres et des kilomètres. Une heure de TP ne signifie pratiquement qu'une heure de travail effectif alors qu'une heure de cours signifie généralement un long et pénible travail d'étude.

Mais sans entrer dans ces détails d'horaires, il faut bien admettre que dans un cadre déterminé d'heures de cours il est impossible de tout traiter et un choix s'impose dans le programme. Ce choix apparait d'ailleurs toujours, pour celui qui n'est pas spécialiste, comme arbitraire.

Le but à atteindre dans les cours n'est pas de tout faire absorber aux étudiant mais de leur donner une bonne base. Le professeur a ici encore un double rôle et aussi une double responsabilité.

D'abord, dans la sélection des matières à traiter, ensuite dans la manière de faire son enseignement, qu'il doit rendre aussi digestible que possible et mettre au niveau de son auditoire.

Dans l'enseignement pratique qui, je le répète, doit l'emporter en importance sur l'enseignement théorique, existe le problème analogue de placer dans un cadre d'heures déterminé le maximun de travail éducatif possible.

Là, un important devoir s'impose. Le Laboratoire doit être équipé correctement et organisé de

façon rationnelle. Le temps de l'étudiant est trop précieux pour qu'il le perde à courir après des bouchons ou des tubes de verre comme j'ai pu le voir hélas trop longtemps.

Ici, la responsabilité du professeur et de son assistant sont grandes. Ils doivent arriver à faire aimer les TP aux étudiants et éviter à tout prix qu'ils ne les considèrent comme une pénible corvée où pour avoir quand même des notes convenables, ils truquent les résultats et les noient dans des rapports artistiquement décorés...

Nous avons essayé d'atteindre ce but en transformant le laboratoire de chimie organique et je tiens ici à remercier encore une fois Monsieur le Ministre Frederico Ulrich dont la compréhension a rendu possible cette transformation.

Nous voilà donc arrivés à donner une base honorable tant théorique que pratique au jeune ingénieur.

Du point de vue industriel que sait-il faire en sortant de l'école?

Comme l'a indiqué notre collègue M. le Professeur Herculano de Carvalho, ses connaissances analytiques sont immédiatement utilisables, mais à part cela? Il ne sait rien, si ce n'est quelques tout petits détails glanés de ci, de lá au cours des stages. Somme toute, l'ingénieur fraîchement émoulu est au point de vue industriel tout juste bon à apprendre quelque chose. En fait, l'apprentissage industriel se fait à l'Usine et non à l'Ecole.

Le rôle de cette dernière est de donner au futur ingénieur une base solide qui permettra de réduire au minimum son temps d'apprentissage à l'usine, de faciliter son adaptation au travail qui lui sera demandé, travail presque toujours trés différent de l'image éventuelle qu'il s'en faisait quand par chance il connaissait la question.

Formation du chercheur

Nous voilà donc arrivés à donner à l'ingénieur les bases qui lui permettront de faire le travail de routine.

Mais qu'avons nous fait pour le deuxième point, comment pourra-t'il s'occuper de l'avenir? Comment est-il armé pour le travail de recherche?

Ici, je crois devoir introduire une remarque: tout le monde ne peut pas être chercheur. C'est une vocation au sens le plus strict du mot, tant pour faire personnellement de la recherche proprement dite que pour donner des directives ou des ordres. Les aptitudes du chercheur se découvrent au laboratoire surtout. C'est là que se manifestent les qualités fondamentales de patience, d'entêtement, d'habileté et surtout de persistance devant les échecs, car comme le disait Edison la recherche est faite de 1 % d'inspiration et de 99 % de transpiration!

Mais que pouvons nous faire pour lui? Vous allez me pardonner ici une opinion un peu bizarre en première approximation mais vous conviendrez je crois, qu' elle contient sa part de vérité.

Nous devons donner aux jeunes gens, en plus de la formation pratique et théorique de laquelle j'ai parlé plus haut, le «sens chimique», je veux dire aimer la chimie. C'est cela qui va armer le chercheur futur.

Au cours de ma carrière et notamment ici, au Portugal, j'ai déjá pu mesurer les succès et les échecs dans le fait d'avoir réussi à donner ce «sens chimique». Cela se mesure par une quantité d'impondérables presqu'autant que par des choses palpables. Je m'explique:

Quand un étudiant vient spontanément aux TP en plus de son horaire pour mieux faire avancer ses travaux, c'est un succès. Quand il ne vient que tout juste le temps de son horaire, et qu'il part avec la précision du bureaucrate. c'est déjà un demi échec.

Quand les étudiants veulent faire, en plus, de nouveaux travaux, quand ils demandent à entreprendre un travail de recherches, c'est un succès. Quand par contre ils ne consentent à faire du travail que parce qu'il comporte une petite rémunération, c'est un échec.

Je voudrais ici vous donner une idée de la qualité du terrain intellectuel portugais à ce point de vue. Cette année-ci 20 % d'une promotion a demandé à faire du travail au laboratoire, même sans aucune rétribution.

Bien entendu une bourse est toujours bienvenue et ce que je viens de dire ne doit en rien diminuer l'insistance avec laquelle j'ai déjà demandé des bourses pour aider ces étudiants.

Mais la majorité s'est engagée à travailler même au cas où il n'y aurait aucun secours et le travail a commencé avec un enthousiasme touchant.

S'il en est qui ne veulent pas venir dans l'incertitude de ne rien gagner, c'est une bonne chose. ceux-là n'ont pas le sens chimique; il leur manque l'essentiel pour un chercheur, c'est à dire la vocation. Ils veulent simplement «faire» de l'argent et leur place n'est pas au laboratoire..

Je pense devoir insister ici, en passant, que je ne signale pas ce qui précède par vanité, mais je veux simplement montrer ce qu'on peut attendre des étudiants portugais.

Nous voilà donc arrivés à préciser le facteur dynamique de la recherche qui va préparer la construction et la défense de l'industrie de demain et par là même, la richesse du pays.

Voyons comment cette recherche est généralement organisée.

La Recherche

Je reprendrai ici pour ne pas être trop long une définition très imagée des différentes catégories de recherche.

Recherche scientifique pure	applications dans 30 ans
Recherche scientifique appliquée	applications dans 3 ans
Recherche scientifique industrielle	applications dans 3 mois

La troisième catégorie est particulièrement pénible car elle est souvent la conséquence du manque de préparation et du manque de recherche systématique et planifiée. Il s'agit généralement de trouver des solutions urgentes, donc de fortune, des problèmes qu'on a trop longtemps laissé traîner par négligence ou par imprévoyance.

Remarquons ici qu'on trouve souvent le résultat immédiat, mais il s'agit alors en général d'un replâtrage pour cacher une fissure dans le mur, et de contourner un défaut plus profond en oubliant que la question n'est pas pour cela résolue.

C'est un peu comme le médecin qui calme par une forte dose d'aspirine un mal de tête, mais qui n'a pas pour cela atteint la cause profonde de la maladie dont le mal de tête n'est qu'un symptôme gênant.

Les deux autres catégories de recherches peuvent être faites en temps utile et donner des résultats intéressants, ou au moins démontrer que l'idée étudiée n'est pas rentable dans les conditions actuelles.

Dans ce qui suit je vais confondre intentionnellement, pour ne pas trop alourdir cet exposé la recherche pure et la recherche appliquée.

Les Centres de Recherche

La recherche se fait.

1) Dans les Universités. Ce sont généralement des centres d'activité où le travail est axé sur la science pure et dont les éventuelles applications n'entrent pas immédiatement dans les vues des chercheurs. Elles ne sont que dans un horizon lointain quoique certaines investigations académiques aient eu quand même rapidement des applications, par exemple en parfumerie.

2) Dans des organismes de recherche subventionnés par les gouvernements. Ce sont souvent, en fait, des centres para-universités où il n'y a pas d'enseignement, par exemple le Centre National de la Recherche Scientifique en France, la Max Plank Gesellschaft en Allemagne — ou la Alta Cultura au Portugal.

Signalons en passant — à titre d'encouragement — qu'il existe dans différents pays des fonds de recherche importants, alimentés par des industriels, accordant des bourses et des subventions pour l'achat de matériel, le travail n'étant pas effectué pour une industrie spécifique.

3) Dans des instituts de recherche privés ne dépendant pas de l'Etat et où on peut acheter de la Recherche presque comme une marchandise ! par exemple le Mellon Institut à Pittsburg.

A ces trois grandes classes je dois ici ajouter une classe intermédiaire entre 2 et 3 qu'on trouve particulièrement aux USA où les Universités sont souvent des organismes privés comme celle de Harward. Ces Universités ont bien entendu un programme de recherche pure, mais elles ont aussi une section de recherche appliquée que l'on peut mettre à contribution en payant. C'est là une solution très intéressante qui peut mener selon les conventions en rapport avec les incidences financières, à des brevets exclusivement pris au nom du bailleur du travail, ou bien à l'Université elle-même avec tous les degrés intermédiaires.

4) Enfin certaines entreprises suffisamment importantes ont des laboratoires à elles, avec tout le budget que cela représente. Notons en passant que ce budget atteint parfois 25 % et plus du chiffre d'affaires de la maison ! Citons ici seulement la Société Phillips à Eindhoven et la Shell à Amsterdam ou Solvay en Belgique. Mais ce sont là plutôt des exceptions et ces maisons plus particulièrement demandent des ingénieurs de recherches avec le «sens chimique» dont je parlais plus haut.

Dans la pratique les usines n'ont généralement qu'un petit laboratoire qui permet les analyses de contrôle de routine. Ils ne sont pas outillés pour faire de la recherche eux mêmes.

L'industrie et la Recherche

L'industriel a toujours un programme de travail immédiat. Sa fabrication se vend, il fait des affaires et il est actuellement satisfait. Le grand danger est de le voir extrapoler les périodes de bonnes ventes alors que les concurrents ayant prévu l'évolution probable du marché futur essayent de perfectionner leurs méthodes ou cherchent des procédés nouveaux qui leur permettront de mettre à meilleur compte sur le marché le même produit ou un nouveau produit meilleur.

L'industriel prévoyant a dans ses tiroirs plusieurs projets qui voient de 5 à 10 ans en avant et je cite ici parmi les industries en évolution celle des résineux et celle du liége.

C'est dans l'élaboration de ces projets qu'il apprécie les qualités de son état major d'ingénieurs (ou de son unique ingénieur), car en matière industrielle la loi du plus fort est absolue et des protections ne peuvent guère que prolonger un peu une industrie non adaptée au marché mondial.

Ce qui précède stigmatise assez, je crois, la nécessité de la recherche scientifique pour empêcher une industrie de vieillir car dans le domaine économique, plus peut être encore que dans le domaine biologique tout ce qui ne progresse ou n'évolue pas vieillit et tout ce qui vieillit meurt.

Nous venons de voir que même l'ingénieur de routine doit pouvoir préciser un programme de travail de recherche dans le cadre du plan d'avenir de son usine.

Nous venons aussi de voir que tout le monde ne peut pas devenir chercheur car cela nous mènerait au mal inverse : un équilibre doit s'établir, les uns préparant aujourd'hui le travail des autres de demain.

Une minorité seulement doit se consacrer au travail de recherche du laboratoire, et celle-ci ne doit souffrir d'aucun complexe de supériorité ou d'infériorité vis-à-vis de leurs camarades qui font marcher l'usine ; les deux sont indispensables. Il est raisonnable de penser que la sélection pourrait être faite assez commodément au cours des études mêmes, en particulier en rendant obligatoire un petit travail final original dans un laboratoire au choix de l'étudiant. (Sans méconnaître ici l'utilité d'une mise au point bibliographique qui rend souvent de trés grands services, je pense qu'un travail

de bibliographie qui n'apporte rien de neuf ne répond pas à la possibilité de sélection que je mentionne plus haut). Cette sélection une fois faite et le sujet de recherche étant supposé trouvé, où trouver les fonds pour payer le chercheur? A quelle porte frapper?

La réponse de personnes non averties, est souvent: le gouvernement. Je ne pense pas. Tout d'abord les deniers gouvernementaux possèdent généralement une grande inertie. En France l'Etat a préféré donner une certaine somme à un organisme tel que le CNRS qui gère ces fonds plutôt que de laisser le ministère s'en occuper directement. Cela élimine une bonne part de la lourdeur administrative. D'un autre côté remarquons aussi qu'à travers le monde entier les fonds alloués par l'Etat, soit directement, soit indirectement, sont toujours considérés comme trop faibles. Une lente évolution se fait sentir actuellement mais elle ne permet d'avoir que des espoirs lointains.

En réalité le rôle du gouvernement peut déjà être très efficace en facilitant au maximum possible les investissements en vue de la recherche. Cette politique a porté des fruits dans divers pays ou le bilan total accusait un enrichissement et en fin de compte un bénéfice dans le domaine fiscal!

Il semble réellement plus facile de faire appel aux finances des industriels, le circuit de la trésorerie d'une entreprise étant bien plus court que celui de la trésorerie publique car elle ne nécessite pas toutes les garanties que doit prendre obligatoirement l'Etat pour la répartition, l'attribution et l'utilisation des deniers publics.

Ces entreprises devraient par suite être plus faciles à atteindre. Pourtant l'expérience montre qu'elles sont tres méfiantes.

Une enquête à ce sujet a montré quelques points fondamentaux que je reproduis ici sans aucun ménagement ni pour les uns ni pour les autres:

1) Un certain nombre d'industriels (généralement petits ou moyens) ne pensent à s'adresser au laboratoire que quand ils ont des problèmes réellement très ennuyeux pour eux et ils viennent littéralement «empoisonner» les gens avec de petits problèmes mesquins tels que l'analyse d'un cirage ou d'un produit vendu ailleurs car ils veulent faire la même chose que leurs concurrents. Ce sont des parasites qui n'ayant pas voulu faire leurs propres recherches à temps veulent voler le fruit du travail des autres. Ils sont généralement mal reçus.

2) D'autres ont fait de mauvaises expériences: ils ont payé à des laboratoires des sommes souvent fort coquettes sans avoir les résultats escomptés. Ici il faut stigmatiser une certaine malhonnêteté chez celui qui accepte la responsabilité d'un travail. Il n'a pas loyalement exposé les chances de succès ni les difficultés du travail, ou bien, souvent aussi, il n'a pas été à la hauteur du travail qu'il était cependant libre de refuser. Souvent encore et c'est regrettable de devoir l'affirmer, il voulait tout simplement gagner de l'argent.

3) La majorité enfin n'a aucune confiance dans les laboratoires. Souvent avec raison ils pensent que les méthodes de travail sont mauvaises, que le travail n'est pas sérieux, ils savent parfois que le travail est fait par des gens peu compétents le patron trop souvent absent ne suivant le travail que de très loin.... etc. je n'insiste pas. Et qui est le responsable de cet état de choses? Aucun doute possible, c'est le laboratoire, c'est-à-dire son chef.

Sans doute faut-il chercher dans ces mêmes faits l'hésitation de certains gouvernements à attribuer des bourses substantielles à ses sujets.

A ce qui précéde, une seule réplique est possible: il faut recréer cette confiance, recréer une tradition et tant pis s'il faut partir de zéro.

Nous devons d'abord montrer que nous savons travailler gratuitement sans honoraires astronomiques et même sans honoraires du tout, publier du travail propre et le faire savoir aux industriels. Quand ce climat de confiance sera créé, quand cette tradition du travail bien fait sera rétablie, les industriels viendront tout seuls sans qu'ils soient sollicités.

Parallèlement il faut créer une tradition peut être trop oubliée : celle de la recherche scientifique ; en un mot fabriquer une génération intellectuelle active à la mesure même des besoins des industriels.

Et il n'y aura à mon sens aucun doute que l'ingénieur qui aura cette formation se verra faire des propositions des plus intéressantes pour ses émoluments car l'industriel n'hésitera pas devant une question d'argent pour adjoindre un potentiel créateur à son usine.

Et au delà de ce point particulier, il me semble presque aussi certain qu'il se produira une émulation qui ne pourra être que profitable pour les particuliers et aussi pour le pays.

Et cela m'amène à la conclusion de cette causerie dont je vous prie d'excuser la brutale franchise.

Dans l'intérêt de l'ingénieur, de l'industriel et dans l'intérêt plus général du Pays nous avons l'impérieux devoir d'établir une base de coopération fructueuse dans un climat de confiance réciproque.

L'industriel a besoin de la recherche scientifique. Le laboratoire a besoin de l'industriel. La coopération se fait en fin de compte au bénéfice de tous.

Et je suis bien sûr de ne pas me tromper en rappelant ici qu'au delà des particuliers, au delà de la trésorerie des usines, au delà de l'équipement des laboratoires il y a un autre grand bénéficiaire qui est trop facilement oublié, ce bénéficiaire c'est la Patrie car la Recherche tout comme l'Art est et reste une de ses richesses.

Comissão Internacional de Irrigação e Drenagem

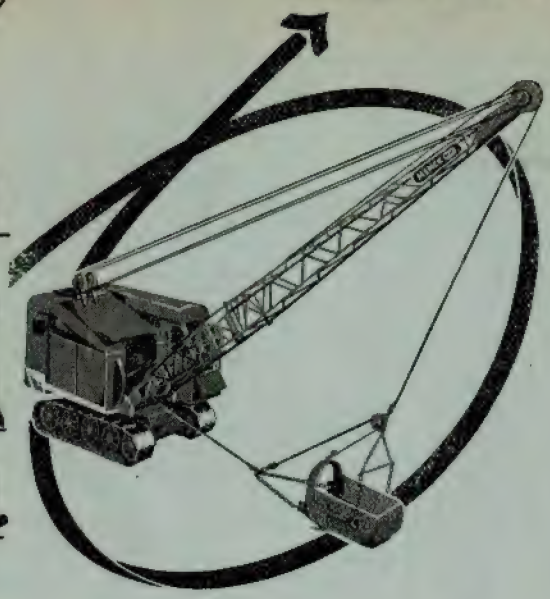
Informamos os nossos leitores que acaba de ser publicado o Boletim Anual da Comissão Internacional de Irrigação e Drenagem, referente ao ano de 1954, podendo os interessados dirigir-se à Comissão Nacional Portuguesa, Rua de S. Mamede, 23 — Lisboa.

Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique (Unipede)

O próximo Congresso da UNIPEDE terá lugar em Londres, de 19 a 27 de Setembro próximo.

O mesmo organismo publicou recentemente a 5.ª edição da sua carta da Europa, das linhas Eléctricas, na escala de 1 : 2.000.000.

MENCK



Escavadora universal MENK

Modelo M-60

Com cerca de meio metro cúbico de capacidade, trabalhando como dragline

Esta escavadora de potência média, de construção robustíssima, universal, serve para todos os serviços:

escavação acima do nível,
escavação abaixo do nível,
serviço de balde de garras,
serviço de dragline,
serviço de guindaste.

Representantes em Portugal:

Sociedade Michaëlis de Vasconcellos, L.da
PORTO — Praça da Liberdade, 114

Eng.º J. E. Michaëlis de Vasconcellos
LISBOA — R. Fialho de Almeida, 1

SKF

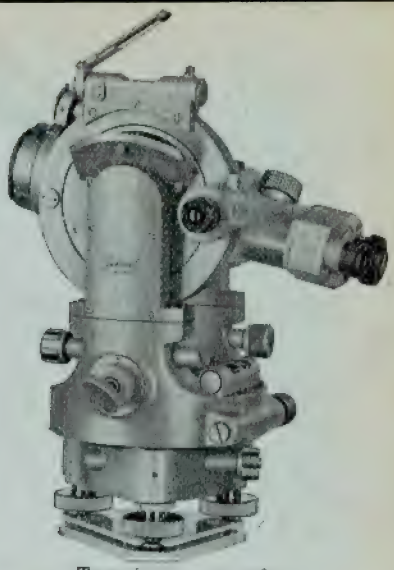
ROLAMENTOS
CHUMACEIRAS

LISBOA PRAÇA DA ALEGRIA 66-A Telef. 33995 – 34223
PORTO AV. DOS ALIADOS 150—152 Telef. 29776 – 29777

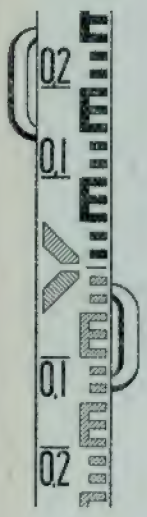
MATERIAL Fennel KASSEL TOPOGRÁFICO

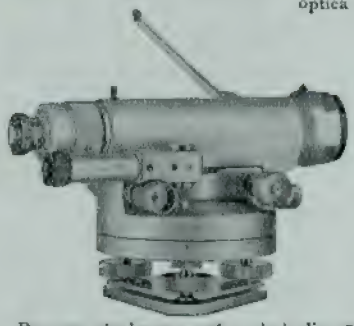
Teodolito de 8 cm, com leitura óptica dos 2 limbos

Teodolito de 9 cm, com leitura optica dos 2 limbos

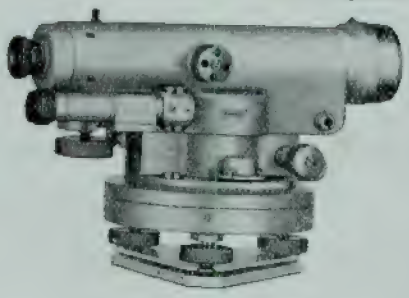


Taqueómetro auto-redutor

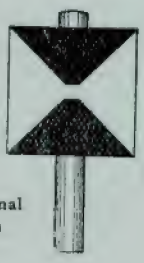




Pequeno nivel com parafuso de inclinação

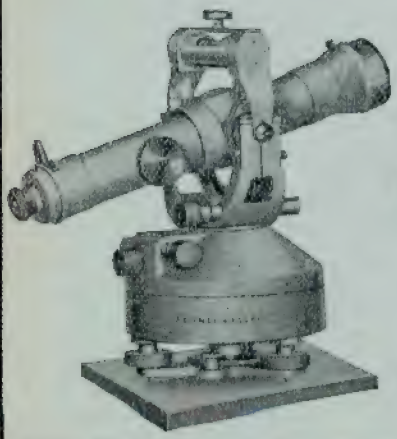


Nivel taquiométrico

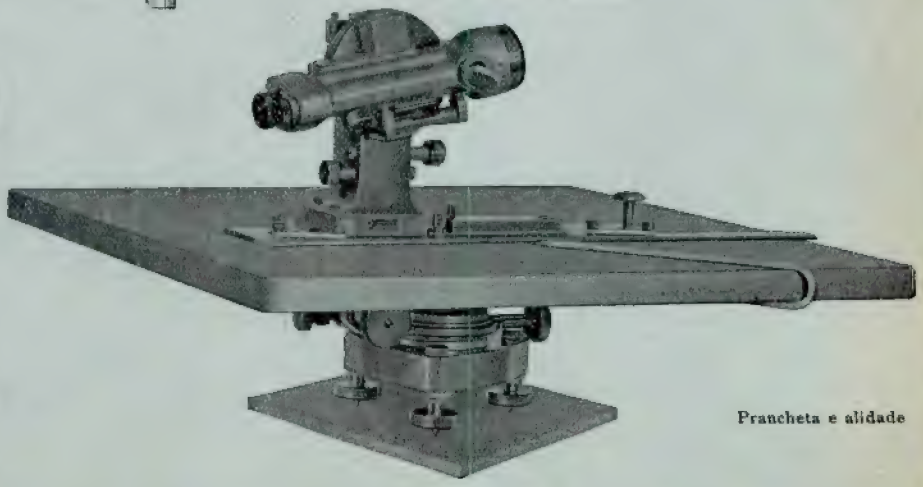


Clinómetro com sinal (sistema Fennel)

Tambor com fita de aço de precisão



Luneta para observação de deslocamento de barragens



Prancheta e alidade

REPRESENTANTES

PAPELARIA FERNANDES

145, R. do Ouro, 149 — LISBOA — Largo do Rato, 13

C. D. 627.84.002

TÚNEL DE CANIÇADA

PELO ENG. CIVIL (I.S.T.) FAUSTO DINIZ GONÇALVES HENRIQUES

Com a amável autorização da Hidro-Eléctrica do Cávado, que teve o arrojo de prever no seu Aproveitamento da Caniçada o túnel a que a seguir se faz referência, e ainda com a permissão da Empresa Técnica Luso-Italiana, Ltd.ª que executou os trabalhos do mesmo túnel, vêm a lume estas singelas notas sobre esta obra, actualmente em fim de realização, a qual há alguns meses estaria concluída, se não fora o imprevisto aparecimento de sucessivas zonas a atravessar geològicamente perturbadas.

Bem haja a Revista "Técnica" pelo pronto acolhimento à inclusão nas suas valiosas páginas desta resumida notícia, quase limitada a simples apontamentos do dia-a-dia dos trabalhos, de quem teve a dita de ter à sua responsabilidade a execução do túnel de Caniçada, sem dúvida uma das grandes obras de engenharia que tem sido levada a cabo nos últimos anos e elemento que se integra numa das principais fontes de energia hídrica que dentro em muito breve entrará em funcionamento para engrandecimento e riqueza do País.

Encontra-se pràticamente concluído o túnel de Caniçada, de restituição das águas turbinadas no 3.º escalão do Aproveitamento Hidroeléctrico do Cávado e Rabagão, o qual é, por larga margem, o maior túnel até hoje aberto no País, com um volume total de escavação que atinge cerca de 300.000 m^3 e que, sem dúvida, se pode situar entre os grandes túneis de aproveitamentos hidroeléctricos executados na Europa.

Por este motivo, pelo prazo extremamente curto de que se dispôs para a sua realização, pela grandiosidade espectacular dos moderníssimos meios de acção que foram postos ao serviço da obra, para assegurar a sua execução no mais breve tempo possível, marcando o extraordinário progresso que tem sofrido a técnica de execução de túneis, e ainda, pelas grandes e imprevistas dificuldades que surgiram na realização dos trabalhos, julgou-se oportuno elaborar uma notícia destas, embora circunscrita à descrição resumida dos trabalhos, a qual se faz preceder duma sintética indicação do que é o aproveitamento de Caniçada.

O escalão de Caniçada, tal como o de Salamonde, tem como principal característica a central subterrânea, situada em caverna escavada cerca de 50 metros abaixo do leito do rio, tornando deste modo possível dispor de uma altura de queda bruta de 121 metros, com uma barragem de apenas 76 metros de altura.

Além do túnel de restituição das águas que é, sem dúvida, o elemento de obra mais importante deste escalão, deverá do esquema de Caniçada salientar-se fundamentalmente o seguinte:

— Barragem em abóbada delgada de 76 metros de altura, correspondendo-lhe cerca de 90.000 métros cúbicos de betão, atravessada na base por uma conduta de aço de 2,60 metros de diâmetro, munida de uma válvula dispersora e tendo localizadas na sua parte superior quatro aberturas de 9,00 × 4,50 metros para evacuação dos caudais de cheia, permitindo uma descarga de 2.400 m^3/seg, caindo a água em lâmina livre sobre o leito do rio, convenientemente consolidado e protegido por revestimento de betão.
A barragem, em abóbada de raio variável, tem uma espessura de 8 metros na base da sua secção mestra, sendo a espessura máxima de 12 metros e de 2 metros apenas a correspondente ao coroamento, o qual tem um desenvolvimento de cerca de 190 metros, sendo de 105 metros o raio da curva que define o seu paramento de montante.

— Torre de tomada de água com cerca de 70 metros de altura para manobra da comporta de segurança destinada a obturar a galeria de carga e ligada ao coroamento da barragem por um passadiço de betão pré-esforçado.

— Galeria de carga, inclinada, com diâmetro variável de 4,85 metros a 3,90 metros, revestida com betão e no troço terminal com 72 metros, blindada, com chapa de aço.

— Central subterrânea, tendo por dimensões principais, 40 metros de comprimento, 18 metros de largura e 30 metros de altura, com a abóbada revestida a betão, suspendendo-se das nascenças desta, as vigas de betão armado nas quais se apoia o caminho de rolamento da ponte rolante da sala das máquinas.

O acesso à Central é assegurado por um poço com 134 metros de altura e cerca de 8 metros de diâmetro, por onde sobem os barramentos saídos dos alternadores, e no qual se situam todos os condutores eléctricos de comando da Central. Este poço é equipado com uma ponte rolante, por intermédio da qual foi descido o equipamento instalado na caverna e é dotado dum ascensor para serviço da Central e duma escada de betão.

— Equipamento electromecânico essencialmente constituído por dois grupos geradores de 32.000 kVA que se compõem de turbinas tipo Francis e alternadores de eixo vertical, aparelhagem de manobra e telecomando na caverna e no edifício de comando, barramentos, condutores, dois transformadores que elevam a tensão de cerca de 10.000 volts produzida nos alternadores, a 150.000 volts, equipamento de 10.000 e 30.000 volts, instalações dos serviços auxiliares, baterias de acumuladores, quadros de comando e distribuição e, finalmente, aparelhagem de corte e protecção da subestação.

— Edifício de comando, no qual se localizam os equipamentos atrás descritos, salvo os que fazem parte da central e os dois transformadores de 150 kV e a aparelhagem de corte e protecção, dispostos na subestação exterior. Nesta subestação reunem-se as linhas de transporte dos restantes aproveitamentos do Cávado-Rabagão, já construídos e dela derivam duas linhas a 150 000 volts para a subestação de Ermezinde.

— Avultam no conjunto das obras acessórias do aproveitamento, as relativas ao restabelecimento de comunicações afectadas pela albufeira, do qual fazem parte duas pontes com um desenvolvimento total superior a 200 metros, apoiando o tabuleiro de betão armado, em pilares, dos quais, os de altura máxima, atingem cerca de 60 metros (veja-se "Técnica" n.º 345 — Outubro de 1954).

O túnel de Caniçada, na execução do qual, são, como já se disse, atingidos cerca de 300.000 metros cúbicos de escavação, tem um desenvolvimento total de 7.482 metros, devendo vir a funcionar a baixa pressão. Dado que o terreno a atravessar, se previa ser constituído, pràticamente na totalidade, por granito de boa qualidade — granito porfiróide tipo «dente de cavalo» — foi projectado um túnel não revestido, com perfil tipo em forma de ferradura «standard» de de 6,80 metros de diâmetro e secção teórica de 38,35 metros quadrados.

O traçado estudado é constituído pràticamente por um único alinhamento rectilíneo que, partindo da Central, a cerca de 800 metros desta faz passar o túnel sob o Rio Cávado, o qual, após descrever uma larga curva, vem a ser novamente atingido pelo túnel na sua Boca de Saída, onde a restituição se faz por meio duma concordância em rampa a 55 %, prolongada por uma bacia de ligação limitada por um murete de betão, sobre o qual se escoa a água do túnel, em lâmina aderente, entrando assim de novo no leito do Rio Cávado.

O perfil longitudinal foi estudado tendo sobretudo em conta os condicionamentos de ordem construtiva e hidráulica dos grupos a instalar na Central, procurando que o túnel passasse sob os pontos mais baixos correspondentes ao seu traçado com uma cobertura tal que fosse de esperar a presença de rocha sã, assegurando a estabilidade do seu funcionamento e, ainda, com vista a evitar a entrada de ar no túnel, a eliminar pontos altos e a facilitar o escoamento, no sentido do início dos ataques, das águas infiltradas que viessem a surgir durante a realização dos trabalhos. Deste perfil longitudinal e da imperiosa urgência da execução do túnel, resultou a indispensável criação de várias frentes de ataque localizadas nos vales atravessados pelo seu traçado e por forma a conseguir a divisão da galeria em troços sensìvelmente iguais.

As profundidades relativamente grandes que deveriam atingir os acessos às frentes de ataque a abrir a partir das principais depressões do

terreno assinaladas pelo perfil longitudinal e a exigência duma muito rápida execução dos trabalhos, aconselhou a que estas frentes fossem criadas por intermédio de poços verticais, única forma de poder vir a instalar-se equipamento de elevação com capacidade de extracção da rocha escavada por tal forma elevada, que permitisse quase anular os inconvenientes graves que, para a realização dos trabalhos, derivavam da profundidade a que se situa o túnel.

Foram assim estabelecidos, para a escavação da galeria, 3 estaleiros principais situados às distâncias, sensìvelmente, de 800 metros, 3.500 metros e 5.800 metros da Central e denominados respectivamente de Cávado, Friande e Ajude, e, ainda, um estaleiro auxiliar junto da Boca de Saída do túnel, servido por meio de rampa de acesso.

Deste modo, uma primeira fase dos trabalhos consistiu no estabelecimento destes 4 estaleiros e na execução da rede de comunicações entre eles.

As distâncias entre estaleiros e a importância do trabalho a realizar por cada um, obrigaram a dotá-los com meios suficientes para garantir a normal sequência dos trabalhos, sem dependência mútua entre si, pelo que o túnel se veio pràticamente a dividir em quatro obras, qualquer delas importante, que no entanto se fizeram funcionar enquadradas num conjunto de eficiente organização.

Em cada estaleiro, além das serventias próprias, construiram-se alojamentos para pessoal das diversas categorias, edifícios para escritórios, armazéns, oficinas, paióis e estabeleceram-se instalações para produção de ar comprimido e de ventilação, instalações do equipamento de extracção e instalações auxiliares, rede eléctrica aérea e subterrânea em cabo armado, rede de distribuição de água, e ainda foi disposta em cada estaleiro cabine de transformação da energia recebida por linha de alta tensão a 30.000 volts.

Das instalações exteriores merece especial menção a de produção de ar comprimido, oscilando de 500 a 700 cavalos a potência instalada em cada um dos estaleiros principais para accionamento dos compressores. Estas instalações de produção de ar comprimido, estabelecidas com critério de segurança, de que a intensa utilização, pràticamente isenta de avarias, veio a provar o acerto, foram dispostas em edifícios para esse fim construidos, neles se localizando, além dos compressores e motores eléctricos que os accionavam, os respectivos arrancadores, automáticos de protecção, painel com os quadros eléctricos, protecções em rede às correias e volantes de transmissões, e cabos eléctricos em canais deixados no pavimento e protegidos com caixa de madeira. Adjacentes ao edifício dos compressores e no exterior, colocaram-se em cada estaleiro 2 a 3 depósitos para ar comprimido com 5 metros cúbicos de capacidade cada um, os depuradores de ar comprimido e dispositivos de refrigeração.

Interessa ainda referir a instalação e equipamento de produção e condução do ar de ventilação, que, além de dois ventiladores centrífugos por cada estaleiro principal, com produções de 30.000 m^3/hora e 14.000 m^3/hora, se compunha dum dispositivo de comutação e inversão constituído por um verdadeiro labirinto de células obturadas ou postas em comunicação entre si, permitindo assim o funcionamento independente de qualquer dos dois ventiladores sobre cada uma das frentes, assegurando ainda, sem inversão do sentido de marcha dos motores, o funcionamento do sistema por forma a enviar ar são para a galeria, ou a aspirar os fumos desenvolvidos junto à frente. Deste dispositivo de comutação e inversão partem as condutas que levam o ar até às frentes de trabalho, tendo o estudo técnico e económico do sistema de ventilação conduzido à adopção dos ventiladores já referidos e à utilização, para a condução do ar comprimido, de tubos de chapa de ferro com diâmetro interior de 1,00 metro.

Porque num trabalho subterrâneo é preciso considerar as eventualidades mais desfavoráveis, foram instalados, em cada estaleiro principal, para assegurar a bombagem das águas do túnel no caso de falta de energia na alimentação geral, grupos geradores constituídos por motor Diesel e alternadores com potências de 94 a 160 KVA e, ainda, moto-compressores Diesel que garantiam o fornecimento de ar comprimido às bombas tipo sump-pump utilizadas para manter a seco as frentes de trabalho.

Simultâneamente com o estabelecimento dos estaleiros, e logo que estes puderam dispor dos meios de acção suficientes, procedeu-se à escavação dos acessos ao túnel, que nos três principais estaleiros de Cávado, Friande e Ajude foram constituídos, como já se disse, por poços verticais e na Boca de Saída por uma galeria inclinada.

Para completa garantia da segurança do pes-

soal no acesso ao túnel, foi prevista em cada Estaleiro principal a escavação de dois poços independentes, um destinado ao equipamento de extracção e outro destinado ao pessoal, no qual se dispuseram a escada de serviço, ascensor monta-cargas, tubagens, etc.

O poço onde foi montado o equipamento de extracção da rocha escavada — poço principal — foi executado com uma secção de 20 m², estudada não só para a montagem do referido equipamento, mas também para a descida das máquinas de carga e transporte que iam ser utilizadas na galeria. O poço de serviço do pessoal — poço auxiliar — foi executado com uma secção de 16 m² e deixando entre paredes vizinhas dos dois poços, um diafragma de rocha de cerca de 6 metros.

Assim, os meios de acesso para ataque ao túnel foram, como representa o perfil longitudinal junto:

Estaleiro de Cávado — Um único poço vertical com a profundidade de 75 metros e a secção de 36 m² — (adiante se justifica ter sido realizado um único poço neste estaleiro).

Estaleiro de Friande — Dois poços verticais, cada um com a profundidade de 88 metros e as secções-tipo já indicadas.

Estaleiro de Ajude — Dois poços verticais, cada um com a profundidade de 52 metros e as secções-tipo já indicadas.

Estaleiro de Saída — Rampa com um declive de cerca de 30 % e 100 metros de extensão e a secção média de 10 m².

Para a execução dos poços dispôs-se em cada estaleiro fundamentalmente de, instalação de produção de ar comprimido, inicialmente constituída por moto-compressores Diesel, progressivamente substituídos por electro-compressores com o completar das instalações definitivas de estaleiro; instalação de ar de ventilação, a princípio simples turbo-ventiladores e depois parte dos ventiladores centrífugos accionados por motor-eléctrico, que iriam servir aos trabalhos da galeria. A ex'racção da rocha escavada, na qual foram também utilizados guinchos, pequenas gruas e derrick, foi sobretudo assegurada, no entanto, por gruas tipo Wolf que, além da elevação por meio de guincho accionado elèctricamente e dispondo de freio electromagnético, executam movimentos de rotação e translacção, permitindo a descarga no exterior, completamente fora da zona do poço, dos baldes de 800 litros de capacidade onde era carregado o escombro.

No estaleiro da Boca de Saída, dotada com os mesmos meios de acção dos restantes, com excepção da grua Wolf, que ali não servia, foi escavada uma rampa para acesso ao túnel com uma única via Decauville de serviço.

Logo nesta primeira fase dos trabalhos se depararam dificuldades apreciáveis. E assim, à excepção de Ajude, em que a rocha atravessada foi na totalidade constituída por granito muito compacto, já em Friande, apreciáveis infiltrações de água dificultaram muitíssimo o trabalho e a presença de rocha alterada obrigou a executar revestimento de betão em quase toda a profundidade dos dois poços.

No estaleiro de Cávado, situado na margem

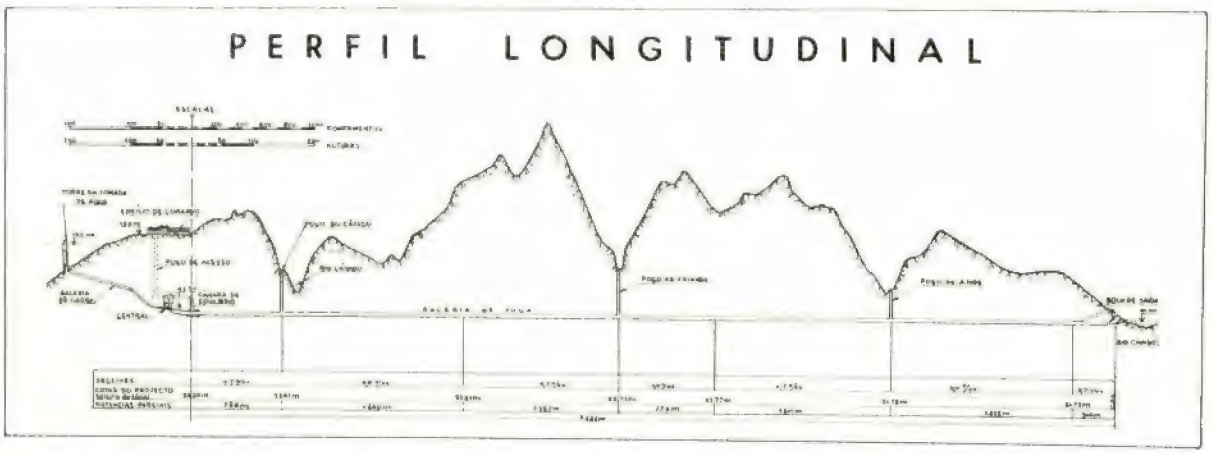
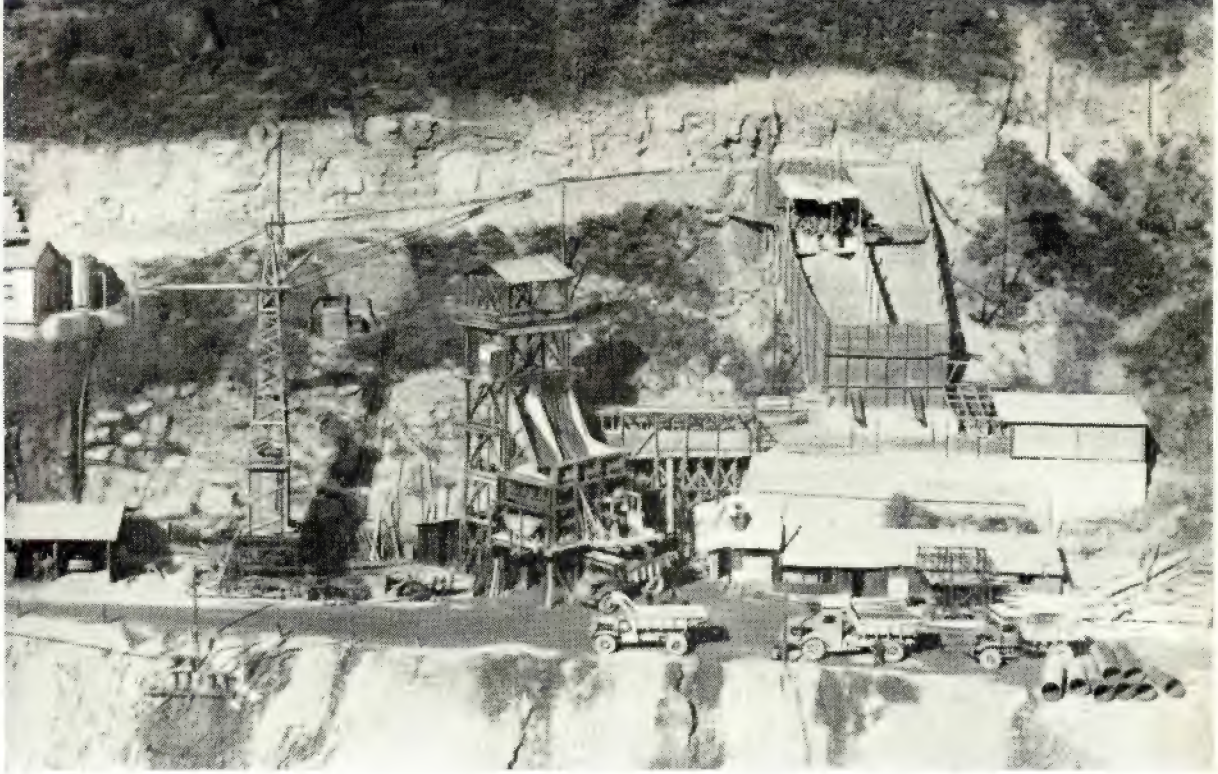
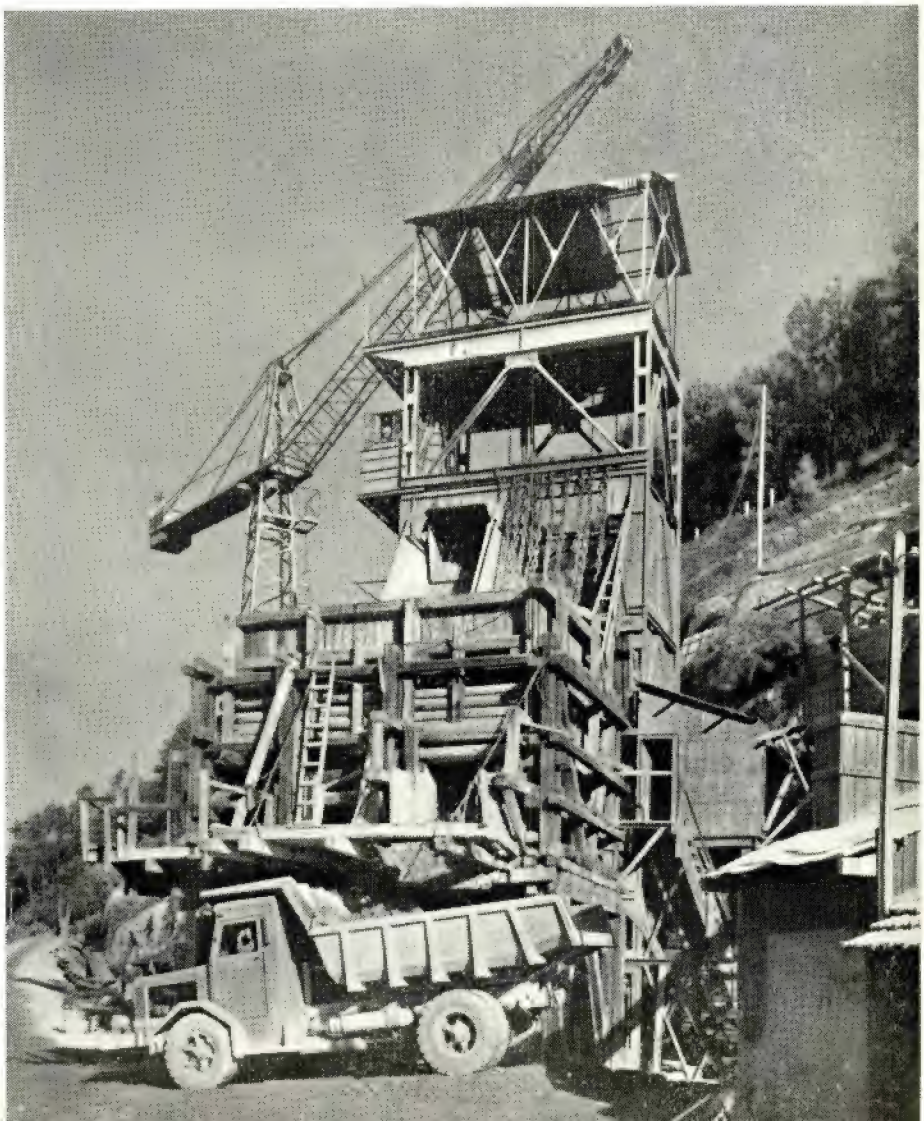


Fig. 1



ESTALEIRO DO CÁVADO — PLATAFORMA DO POÇO

CÁVADO — TORRE DOS SKIPS



TÚNEL DE CANIÇADA

CÁVADO — INSTALAÇÃO DE COMPRESSORES

CARGA DE ESCOMBROS NOS DUMPERS, COM PÁ EIMCO 104

do Rio, a inclinação acentuada das vertentes não consentindo a criação de plataforma com o espaço suficiente, impediu o estabelecimento de dois poços separados, como nos outros estaleiros, reunindo-se deste modo num único poço de maiores dimensões, os serviços que nos outros puderam ser instalados separadamente. Neste poço, depois de se lutar desde o início com dificuldades grandes, devido a infiltrações de água e à natureza da rocha alterada que obrigou ao seu revestimento, veio a encontrar-se a cerca de 35 metros de profundidade uma falha aberta, com notável caudal infiltrado sob pressão, forçando à paralização da escavação por dois meses, a fim de ser feita a impermeabilização e preenchimento da falha por meio de injecções de cimento.

Este desfavor das condições geológicas agravou notàvelmente as grandes dificuldades de que necessàriamente se revestia a escavação simultânea de 5 poços (em 3 estaleiros) que atingiriam profundidades (compreendido o aprofundamento para o equipamento de extracção) de 58 a 94 metros.

Com efeito, a intensa chuva nos poços, originada nas infiltrações, apesar dos cuidados postos na sua captação e condução a tubos, penetrando ao fim de poucas horas através de todo o vestuário e calçado impermeável distribuído ao pessoal; a natureza da rocha obrigando a imediato revestimento a betão, de troços que não podiam exceder 3 a 4 metros de profundidade para não se apresentar perigosa a sua estabilidade; a urgência imperiosa do prosseguimento dos trabalhos forçando a retomar a escavação pouco após as betonagens; a presença de troços de rocha dura dando lugar a violentíssimas projecções de pedra no momento dos disparos, inutilizando consequentemente as escadas que pacientemente se deveriam refazer sucessivas vezes; e, por último, a dificuldade de comunicação com o exterior devido ao enorme ruído dos martelos de perfuração e neblina por estes provocada e ainda devido à inutilização de quaisquer meios de comunicação após cada disparo; tudo, somado ao risco evidente dum trabalho em poço, constituiram dificuldades de que só se apercebe completamente quem pôde viver o dia a dia dos trabalhos.

Perante estas dificuldades, foi ainda possível conseguir avanços quinzenais na escavação simultânea dos poços de 8 a 12 metros por cada um, sendo o avanço quinzenal médio no conjunto dos estaleiros de 9 metros por cada poço. O volume efectivo escavado foi de 9.100 m^3 e o volume de betão empregado no revestimento de 1.460 m^3.

Atendendo à conveniência de reduzir ao mínimo as manobras dos meios de transporte na base dos poços, para poderem efectuar o mais ràpidamente possível a descarga da rocha escavada, foi prevista a localização destes, em correspondência do eixo da galeria, o que, apenas em Cávado se não pôde realizar pelas dificuldades do estabelecimento da boca do poço no exterior.

Desta posição relativa do poço e galeria, cuja vantagem veio a ficar francamente demonstrada na sequência dos trabalhos, derivou, no entanto, inicialmente um apreciável condicionamento de tempo, pela indispensabilidade da escavação dum troço de galeria para cada um dos lados dos poços com os meios de extracção provisórios que haviam servido para a sua execução, até que se afastassem e dispusessem convenientemente as frentes por forma a não serem atingidas pela projecção dos disparos, as bases dos poços onde se iriam instalar os troços das guias do equipamento de extracção que ficariam a atravessar verticalmente a galeria.

A notável capacidade de extracção de escombros por cada poço, exigida para a realização destes trabalhos foi assegurada, com larga suficiência, pelo estabelecimento de elevadores rápidos de skip, constituídos por 2 baldes de 3 m^3 de capacidade, deslocando-se em movimento de vai-vem ao longo de guias instaladas verticalmente nos poços e basculando automàticamente no exterior por meio de conveniente disposição e curvatura das guias. Para a sustentação das guias no exterior, por forma a que o basculamento se fizesse para tremonhas, donde os escombros passavam para camions tipo Euclid que os conduziam aos locais de depósito, foram montadas sobre cada poço torres metálicas nas quais vinham a ser fixadas as guias e curvas de basculamento e dispostas as rodas de passagem do cabo de elevação, pesando cada uma das estruturas metálicas de que se compõem estas torres, cerca de 40 toneladas.

Os guinchos que movimentam os skips, accionados por motores eléctricos de 140 cavalos, tele-

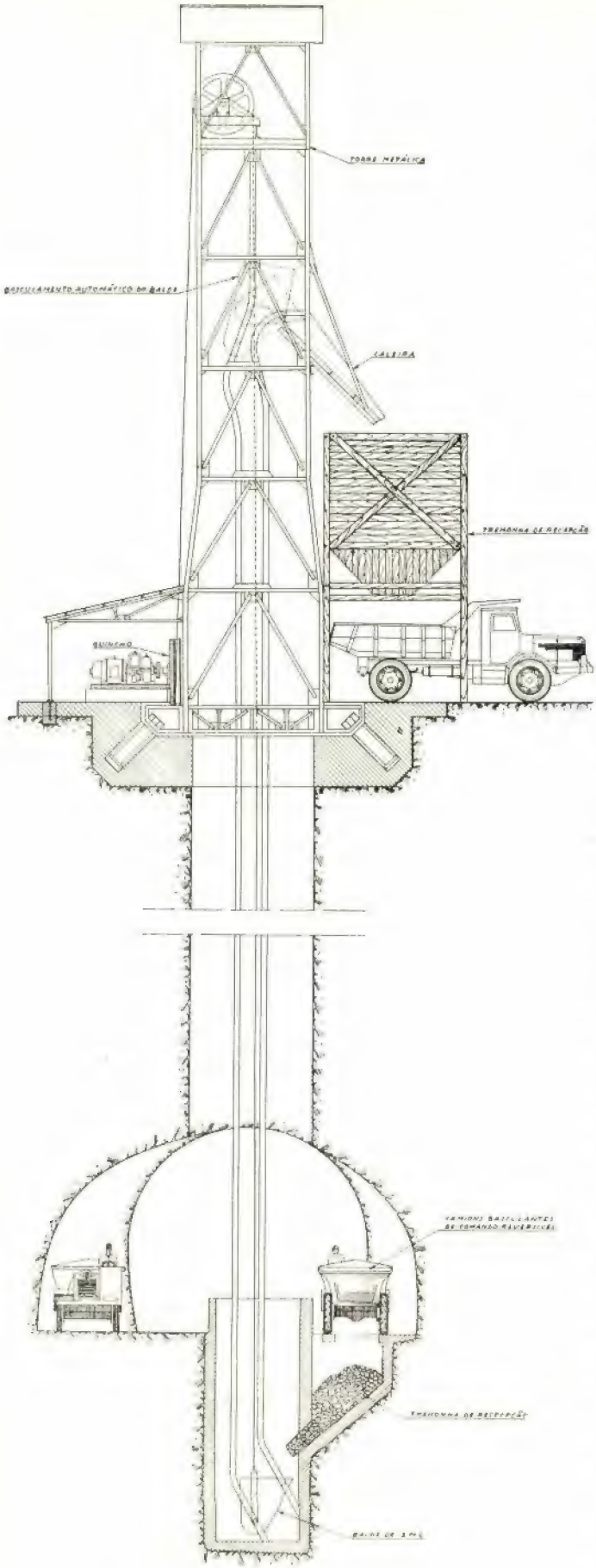


Fig. 2

comandados da cabine de manobra instalada na torre, por operador em permanente comunicação telefónica com a base do poço, são constituídos essencialmente por grupo redutor transmitindo movimento a pinhão disposto entre duas rodas dentadas de grande diâmetro, às quais este imprime movimentos de rotação em sentidos contrários, por forma a que um único cabo de elevação, tendo amarradas nas extremidades as suspensões dos baldes dos skips e passando pelas três golas das rodas acopladas à engrenagem de transmissão, provoca a subida dum dos baldes carregado enquanto o outro desce já vazio. Dispõe o conjunto dum servo-freio eléctrico que automàticamente imobiliza os skips sempre que o motor é desligado da alimentação da energia.

Ao longo dos poços foram fixadas vigas metálicas transversais com espaçamento de 3 metros e nas quais se apoiam as guias, 4 para cada skip, constituídas por ferro U, NP de 160.

A uma estrutura metálica na base do poço liga-se o troço das guias em correspondência da galeria e ainda as curvas que automàticamente fazem entrar os skips sob planos inclinados nos quais descarregam a pedra os meios mecânicos utilizados no transporte dentro do túnel. A figura junta documenta claramente o esquema do equipamento de extracção.

Nos poços auxiliares foram dispostos, como já se disse, os ascensores para pessoal, tubagens de ar comprimido, ar de ventilação, água, cabos eléctricos e as escadas de serviço.

No início da galeria foram estabelecidas oficinas para a reparação e manutenção do equipamento utilizado no túnel, revisão e lubrificação de martelos e colunas de avanço, aguço do cortante das barrenas, etc.

Para assegurar o esgoto das águas infiltradas foram dispostas, em nichos para esse efeito escavados junto à base dos poços, instalações de bombagem com número suficiente de unidades de características tais que garantissem a possibilidade de fazer face a caudais apreciáveis de infiltrações e dispondo de reserva para eventuais avarias.

Na carga e transporte da rocha escavada dentro do túnel, vieram a ser utilizados nesta obra dois tipos de equipamento completamente diversos.

E assim, em Ajude, foram empregadas na carga dos escombros pás mecânicas accionadas por motores a ar comprimido (tipo Eimco 21), dis-

pondo-se por cada frente de duas pás em serviço e uma de reserva. Os escombros eram carregados em vagonetas Decauville pesadas, de 1.250 litros de capacidade e basculamento lateral por porta accionada em simultaneidade com o basculamento, sendo assegurada a movimentação das vagonetas vazias na frente, na alimentação das pás, por meio de transferidores de charriot montados na linha Decauville. O reboque dos comboios de vagonetas era feito por draizines eléctricas e Diesel.

Pelo contrário nos estaleiros de Friande e Cávado, a carga dos escombros era realizada por meio de pás carregadoras montadas em tractores Diesel sobre lagartas (pás Eimco 104), dotadas dum notável rendimento de carga. O transporte da rocha escavada era feito por camions Diesel de comandos reversíveis e caixa metálica basculante de 3 metros cúbicos de capacidade (Dumper — Muir — Hill 14 B).

O método de trabalho previsto e aplicado na escavação nas frentes principais foi o do avanço em secção completa. Para a perfuração, realizada com martelos perfuradores rápidos de peso médio, com injecção de água e sustentados por meio de colunas de avanço automático, foi utilizada em cada frente uma plataforma móvel sobre rodas, permitindo a simultânea utilização de 17 martelos em três planos de trabalho.

Nesta plataforma constituída por uma estrutura metálica tubular, dispuseram-se as tomadas de ar comprimido e água para os martelos e colunas de avanço, ligando-se por meio de duas mangueiras flexíveis de 2″ de diâmetro interior a distribuição de ar comprimido da plataforma à tubagem de 6″ de diâmetro interior que alimentava as frentes e por meio duma única mangueira de 2″ a distribuição de água à tubagem metálica respectiva.

Os martelos utilizados, Atlas Diesel RH-656-2W, com os respectivos jogos de barrenas com cortante de metal duro em liga de tungsténio solidário à barrena, permitiram atingir velocidade de perfuração, em regime contínuo, de cerca de 30 cm./minuto no granito dum modo geral bastanta duro e compacto que se encontrou na galeria, rendimento que, evidentemente, na prática vem reduzido pelas perdas de tempo de substituição de barrenas, mudança e início dos furos, eventual troca de martelos avariados e todas as manobras inerentes à perfuração.

Sobre a plataforma de trabalho e para iluminação das frentes, foram ainda dispostos faróis constituídos por pequenos turbo-geradores accionados a ar comprimido que garantiam uma iluminação bastante boa da frente de trabalho e isenta de riscos para o explosivo ou cápsulas detonadoras.

As prementes exigências da maior velocidade na realização dos trabalhos impondo a fragmentação da rocha em dimensões bastante reduzidas para facilitar todas as operações de carga e sucessivas manobras e a grande tenacidade e dureza da rocha, obrigaram à adopção dum esquema de «pega» com número de furos apreciàvelmente superior ao que exigiriam simples preocupações de rendimento de arranque da rocha e necessàriamente conduziram a valores altos do consumo de explosivo de elevado poder dirompente.

O sistema de perfuração adoptado, de «caldeira» multipla («bouchon-charrue»), correspondeu, em média, ao esquema de pega representado na figura 3.

Neste esquema se indicam além da posição e orientação dos furos, os números indicativos dos tempos de atrazo correspondentes ao disparo.

O explosivo empregado foi a gelamonite, ou seja um explosivo plástico do tipo das Amonites e com percentagem de nitroglicerina de 40 % e 60 %, tendo-se verificado a necessidade de emprego na carga das pegas de forte proporção da gelamonite de 60 %, pelos motivos já atrás expostos.

Para o disparo foram utilizadas cápsulas detonadoras eléctricas de acção retardada (Nobel Troisdorf da Dynamit. A. Gesellschaft) constituídas por cápsulas de alumínio do número 8 com fios condutores de cobre e atrazos de tempo de *0* a *10*, aumentando o intervalo de tempo correspondente à deflagração, de 1 segundo por cada número de atrazo.

Com alternância entre as duas frentes de trabalho constituídas a partir de cada poço, a sequência das operações em cada frente, em turnos consecutivos sem interrupção do trabalho, era a seguinte:

— Aproximação da plataforma móvel de perfuração.
— Ligações das condutas de ar e água e preparação de martelos e colunas de avanço.
— Traçado da pega, compreendendo, alinha-

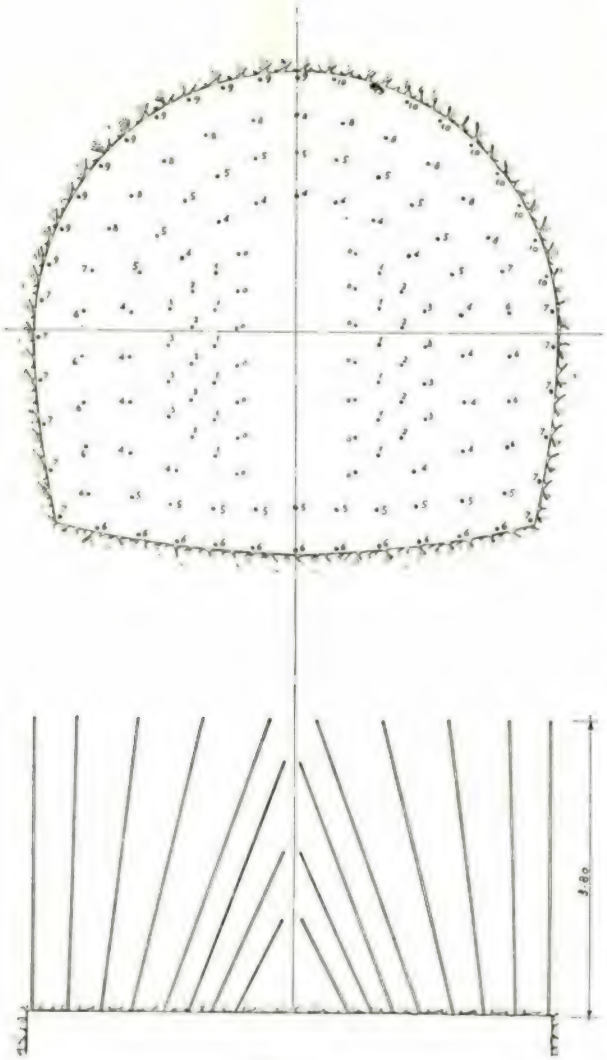


Fig. 3

mento, razante e marcação da posição dos furos.

— Perfuração.
— Carga com explosivo.
— Afastamento da plataforma de perfuração.
— Disparo.
— Ventilação.
— Remoção dos blocos soltos do teto e paredes da galeria.
— Carga e transporte dos escombros.

A realização dalgumas destas operações sobrepõe-se parcialmente com a seguinte ou a anterior. Com uma profundidade de perfuração de 4,00 metros nos furos inclinados da caldeira e 3,80 metros nos furos perpendiculares à frente, obtiveram-se avanços da ordem de 3,10 m. a 3,20 m tendo-se conseguido realizar diàriamente, em média, duas pegas por frente.

As dificuldades encontradas na escavação dos poços, a demorada instalação e ajustamentos do equipamento de extracção dos escombros (guias e torre dos skips e respectivos guinchos), bem como a preparação e montagem de todo o restante equipamento de trabalho e a escavação do troço inicial da galeria com meios auxiliares durante a montagem do equipamento de extracção definitivo, trouxeram, como necessária consequência, a demora na entrada em pleno funcionamento dos potentes meios de acção que se dispuseram para a realização deste trabalho, os quais pràticamente vieram a entrar em serviço em Outubro de 1953.

O funcionamento regular de todas as frentes de trabalho foi assim extraordinàriamente curto, pois, a partir de fins de Janeiro de 1954, se deparou com rocha alterada na frente de jusante de Cávado, o que obrigou a modificar por completo o sistema de trabalho e a recorrer a fortíssima entivação para permitir o avanço.

Mais tarde, em 25 de Junho, quando na frente de montante de Friande se tinham atingido notáveis produções, muito superiores às previstas inicialmente, permitindo portanto, esperar certa recuperação do atrazo verificado em Cávado, encontrou-se igualmente um troço apreciável de rocha decomposta, que mais uma vez veio atrazar a escavação do troço mais extenso em que se subdividira a galeria e que é justamente o situado entre os poços de Friande e de Cávado.

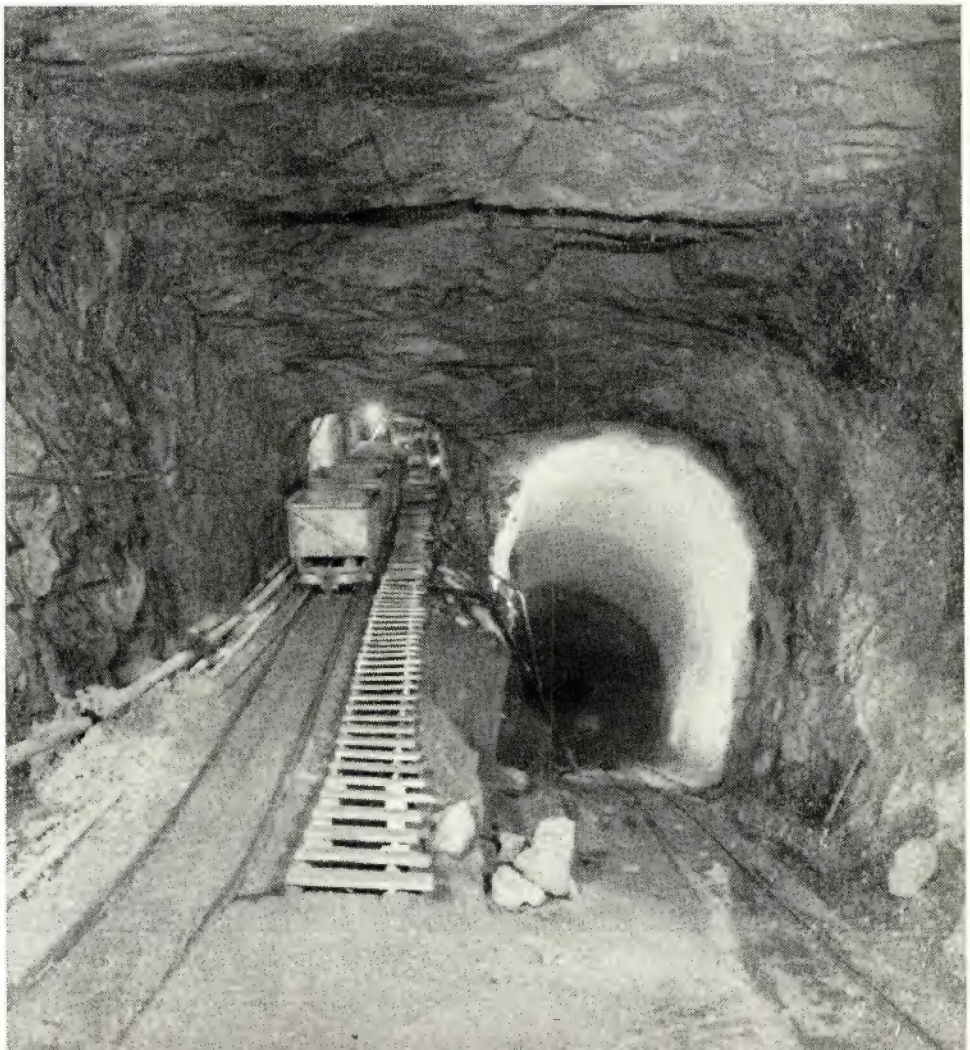
Verificada que foi a necessidade de revestimento da galeria numa extensão bastante grande e tendo em atenção a ligeira modificação introduzida no perfil tipo de escavação, por conveniência do cruzamento dos meios de transporte, modificação que para assegurar condições hidráulicas equivalentes, conduziu a aumentar ligeiramente a área de escavação, e ainda elementos colhidos na experiência de funcionamento de Salamonde, levaram a Sociedade concessionária do Aproveitamento a prever, no troço extenso revestido a partir da frente de Cávado, uma secção tipo de revestimento pràticamente circular e de diâmetro interior 5,00 m. e, por outro lado, a reduzir o perfil tipo de escavação nas últimas centenas de metros de galeria a 31,755 m^2 de secção.

Dão-se a seguir conta dos passos principais do trabalho nos diferentes estaleiros:

FRIANDE — BASE DO POÇO

BOCA DE SAÍDA

BASE DA RAMPA DE ACESSO



TÚNEL DE CANIÇADA

AJUDE — BASE DO POÇO

TROÇO REVESTIDO, COM O DIÂMETRO DE 5 METROS

— *Estaleiro de Saída* — Por ser o trôço de galeria a escavar com menor cobertura e, portanto, onde seria de recear encontrar-se rocha alterada, foi decidido estabelecer um avanço em secção reduzida caminhando no sentido de Ajude, o qual, dando lugar a um total reconhecimento da zona duvidosa, permitiu realizar a betonagem da abóbada em todos os troços onde efectivamente se veio a verificar a necessidade de efectuar revestimento do túnel.

Esta galeria de avanço veio a encontrar-se com a frente de jusante de Ajude no dia 17 de Janeiro de 1954, quando já tinha uma extensão superior a 1.100 m. l., permitindo atingir consideráveis produções no alargamento para a secção total desde então realizado a partir desta frente de Ajude; ritmo que não foi sensìvelmente afectado pela passagem das zonas de rocha alterada onde a abóbada já se encontrava betonada.

Pelo Estaleiro de Saída e depois de concluída a betonagem da abóbada, foi igualmente realizada a escavação de alargamento para a secção total, tendo os trabalhos de escavação da galeria no trôço entre a Boca de Saída e o Poço de Ajude, ficado completamente concluídos no dia 27 de Julho de 1954.

Ainda, a partir do Estaleiro de Saída, foi realizada a betonagem dos «pés direitos» nas zonas onde já anteriormente se betonara a abóbada.

— *Estaleiro de Ajude* — Resolvida, pela betonagem prévia da abóbada, feita a partir da Boca de Saída, a dificuldade que representaria o atravessamento das zonas de rocha alterada, e, tendo a montante a natureza da rocha permitido sempre a escavação em secção total, não se verificaram dificuldades especiais nas duas frentes estabelecidas a partir deste poço.

O encontro entre as frentes de montante de Ajude e de jusante de Friande verificou-se no dia 10 de Setembro de 1954 à distância do Poço de Ajude de 1.048,60 m. l. e do Poço de Friande de 1.227,59 m. l.

Conforme já se disse o equipamento de carga de escombros foi feito em Ajude e na Saída com pás carregadoras a ar comprimido e o transporte com combóios de vagonetas de 1.250 litros, rebocados por «draizines» eléctricas e Diesel, com potencialidade de produção, portanto, inferior à de que dispunham os estaleiros de Friande e Cávado.

Máxima produção semanal nas duas frentes . . . . . sendo 49,30 ml. relativos a avanço em alargamento para a secção total na frente de jusante	83,30 ml.
Volume correspondente	2.746,21 m³

— *Estaleiro de Friande* — Num espaço de tempo bastante reduzido foi montada em Friande a organização definitiva para a execução dos trabalhos, conforme já foi descrita. Com efeito, neste estaleiro, enquanto se procedia à escavação do trôço inicial da galeria com os meios de extracção auxiliares que haviam servido para os poços, foi feita toda a montagem do equipamento definitivo no exterior e ao longo dos poços. Concluída em fins de Agosto a escavação e alargamento na base dos poços permitindo a montagem do último trôço das guias dos skips, puderam estes retirar os primeiros baldes de pedra em regime de experiência no dia 14 de Setembro, tendo-se normalizado o trabalho nos meses de Outubro e Novembro.

Como já se referiu, haviam-se conseguido notáveis produções neste estaleiro, quando na frente de montante se apresentou em 25 de Junho uma zona de rocha alterada, forçando a adoptar diferente método de trabalho e a recorrer a avanço em secção reduzida ao abrigo de entivação. São bem elucidativos, contudo, das possibilidades da organização estabelecida, os números a seguir indicados relativos aos avanços máximos mensais e semanais, mesmo quando o trabalho em secção completa apenas pôde ser retomado por poucos dias.

Máxima produção mensal nas duas frentes. (De 24 de Maio a 24 de Junho de 1954, ou seja, até ao dia em que surgiu a falha na frente de montante)	306,90 ml.
Volume correspondente	11.770 m³

Máxima produção semanal nas duas frentes em secção completa (Semana de 31 de Maio a 6 de Junho)	73,20 ml.
Volume correspondente	2.806,710 m³

Máxima produção semanal numa única frente:

a) Em volume: — Frente de montante (Secção 38,35 m²) Semana de 31 de Maio a 6 de Junho) 39,50 ml.
correspondendo a. . . . . 1.514,33 m³

b) Em avanço: — Frente de montante (Secção de 31,755 m²) Semana de 15 a 21 de Novembro . . . . . 46,00 ml.

Foi, no entanto, apenas em dois fugazes períodos que o trabalho depois do encontro da primeira zona de rocha alterada, se pôde voltar a realizar em secção completa.

A alternada sucessão de falhas que veio a ser encontrada, obrigou ao abandono do método de escavação em secção completa, tendo-se recorrido a um avanço superior em secção reduzida, permitindo um reconhecimento prévio da natureza da rocha a atravessar, desenvolvendo-se a partir desta galeria de avanço, nos trocos em que foi necessário o revestimento, as sucessivas fases do método belga de escavação, compreendendo o alargamento e betonagem da abóbada, e o alargamento inferior (stross) e betonagem de pés direitos.

— *Estaleiro de Cávado* — Quando os avanços semanais, nas duas frentes em trabalho simultâneo, já ultrapassavam os 62 metros semanais, ainda em fase de adestramento do pessoal, o aparecimento de rocha alterada na frente de jusante em fins de Janeiro, à distância de cerca de 400 metros do poço, obrigou também, e definitivamente, ao abandono do avanço em secção completa.

Como a natureza da rocha fora piorando progressivamente nos últimos 40 metros ainda escavados em toda a secção e se verificou o sensível agravamento da estabilidade deste troço, à medida que ia decorrendo o tempo, após a sua abertura, veio a ser necessária a imediata montagem de entivação metálica, sustentando a galeria escavada e permitindo simultâneamente a betonagem de revestimento deste troço e o recomeço dos trabalhos na frente, na qual igualmente se passou à escavação duma galeria de avanço superior em secção reduzida, que apenas pôde progredir ao abrigo de forte entivação.

Porque esta galeria de avanço se destinava a sucessivo alargamento superior para betonagem da abóbada, importa referir o método de trabalho que neste caso se foi forçado a adoptar e que consistiu no seguinte: Nos troços de pior terreno a escavação na frente só se fazia depois de cravadas no terreno pranchas de madeira (avanços) apoiadas em quadros transversais de entivação, por forma a revestirem por completo a zona a escavar na primeira fase. Sob estes quadros transversais eram montadas longarinas por sua vez apoiadas em novos prumos verticais. Para o alargamento lateral estas longarinas davam o apoio à cravação das pranchas de avanço no sentido transversal à galeria permitindo em sucessivas fases, atingir-se a soleira da galeria de avanço correspondentemente às nascenças do arco da abóbada, desenvolvendo-se assim todo o alargamento em leque.

Nalguns troços, a facilidade com que se destacavam blocos de grandes dimensões, levou ainda a recorrer, em casos especiais, à cravação de avanços constituídos por troços usados de carril ou de ferros perfilados.

Simultâneamente com o trabalho na frente e logo que esta se distanciou o suficiente, iniciou-se a fase de alargamento superior e imediatamente após desta, procedeu-se á betonagem da abóbada. Feito este revestimento e atingida de novo, com a galeria de avanço a rocha sã e compacta a cerca de 250 metros além do seu início, foi em seguida feito o desmonte inferior (stross) e a betonagem dos pés direitos, prosseguindo-se sempre com a galeria de avanço superior, dada a desfasagem entretanto conseguida entre os dois trabalhos.

Vieram assim a incidir no troço mais longo em que se subdividira o túnel, as maiores dificuldades para a sua realização, atrasando em consequência dum modo sensível a sequência dos trabalhos que, como já se disse, e dadas as elevadas produções atingidas quando a natureza da rocha permitiu o avanço em secção completa e, portanto a plena utilização dos potentes meios à disposição, já há alguns meses estariam concluídos se não tivessem surgido as sucessivas e imprevistas falhas interessando apreciável extensão do túnel.

Na frente de montante de Cávado, pelo contrário, aparte sensíveis infiltrações de água que levaram a reforçar a instalação de bombagem

deste estaleiro, não surgiram quaisquer dificuldades especiais, tendo-se conseguido avanços regulares, correspondendo a elevadas produções, e atingido a zona correspondente aos difusores das turbinas em fins de Abril de 1954.

Por conveniência do conjunto dos trabalhos do Aproveitamento de Caniçada, a rocha escavada e extraída através do Poço Cávado, foi transportada por camions tipo Euclid, para escombreira constituída junto à instalação de britagem estabelecida para as obras da barragem, fornecendo assim, os inertes para a fabricação do betão aplicado, quer na barragem, quer na Central e obras acessórias destes dois elementos do aproveitamento.

Revestimento de betão

Totaliza cerca de 800 metros a extensão total da galeria em que se verificou a necessidade de proceder ao seu revestimento com betão, correspondendo a 57 troços, sendo o mais extenso o da frente de jusante de Cávado com um desenvolvimento de 285 m. l. e seguindo-se, em extensão, um troço entre Ajude e Saída com 101 m. l. subindo o volume de betão a cerca de 9.500 metros cúbicos.

Câmara de Equilíbrio

Depois de escavado todo o troço do túnel da frente de montante de Cávado procedeu-se à escavação dos difusores das turbinas e da Câmara de Equilíbrio.

O troço dos difusores escavado através do túnel com uma extensão total de cerca de 70 m, foi aberto quando as montagens na Central já se encontravam numa fase adiantada, o que obrigou a usar de precauções, tendo o trabalho decorrido com a maior regularidade.

A execução da Câmara de Equilíbrio, a partir do túnel, com o volume total de cerca de 11.000 m³ e devendo vencer um desnível de cerca de 50 metros em escavação realizada, de baixo para cima, representou problema de organização, que foi perfeitamente dominado mediante a abertura de dois ataques laterais ao túnel, o que permitiu a simultânea escavação dos difusores. A partir destes ataques, por meio de rampas e poços, foi levada a efeito a fase inicial de avanços até ser atingida a galeria de arejamento em comunicação com o Poço da Central, seguindo-se a fase de alargamentos.

Foi assim escavada em cinco meses a Câmara de Equilíbrio, em simultaneidade com a execução dos difusores das turbinas, imediatamente adjacentes aos ataques estabelecidos para a Câmara, tendo a natureza da rocha encontrada, permitido a escavação perfeitamente regular do poço principal com o diâmetro de 10,70 m.

CÂMARA DE EQUILÍBRIO

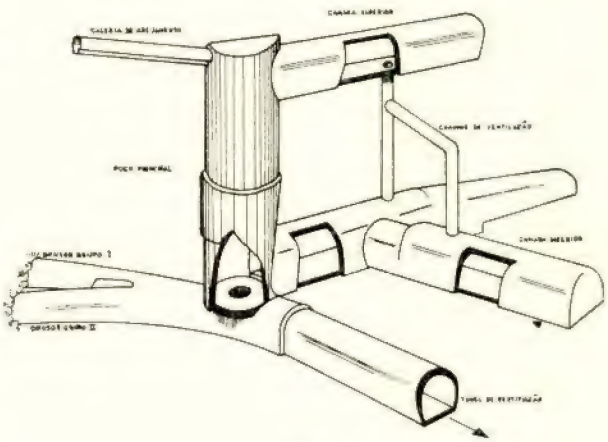


Fig. 4

EQUIPAMENTO MECÂNICO

A exigência da realização dos trabalhos no curto prazo de que se dispunha e as notáveis produções que, portanto, se exigiam, obrigaram à utilização de potentíssimos meios de acção mecânicos com o valor total superior a *40.000 contos*.

A quase totalidade deste equipamento, de que a seguir se faz um breve resumo das máquinas mais importantes, foi posto em serviço pela Empresa Técnica Luso-Italiana, Ltd.ª

Produção de ar comprimido

20 electro-compressores correspondendo à produção total de 241,0 m³/minuto e com uma potência instalada de 2.090 cavalos.

5 moto-compressores Diesel correspondendo à produção total de 35,5 m³/minuto e com uma potência total de 309 cavalos.

Material de perfuração

150 martelos pneumáticos a ar comprimido totalmente novos e do modelo mais recente,

com uma velocidade de perfuração média de 30 cm/minuto em regime contínuo.

150 colunas de avanço automáticas nas mesmas condições dos martelos.

6 plataformas móveis de perfuração (carro jumbo) em estrutura tubolar.

8.200 barrenas tipo «Coromant» com pastilha de tungsténio em comprimentos variáveis de 800 m/m a 6.400 m/m.

Máquinas para escavação e carga

9 pás mecânicas accionadas a ar comprimido, com um rendimento médio de carga, considerando o tempo total de utilização e, portanto, afectado das demoras nas manobras de vagonetas, etc., de 17 m^3/hora. Rendimento teórico em regime contínuo, 60 m^3/hora.

6 pás mecânicas Diesel — EIMCO 104 —, com um rendimento médio de carga estabelecido nas condições do anterior, afectado, neste caso, pelas demoras na chegada à carga dos dumpers, 30 m^3/hora. Rendimento teórico em regime contínuo, 180 m^3/hora.

Máquinas para transporte

9 camions, tipo Euclid, de caixa basculante de 6,5 m^3, para transporte de escombros no exterior.

16 camions, tipo Dumper, de caixa basculante de 3 m^3, para transporte de escombros dentro do túnel.

2 camions, tipo Dumper, de caixa basculante de 2 m^3, para transporte de betão dentro do túnel.

6.000 m de linha Decauville completa.

170 vagonetas Decauville de 1.250 litros.

6 draizines Diesel de 14 cavalos.

5 draizines eléctricas (2 de 11 e 3 de 22 cavalos).

Equipamento de extracção

3 elevadores de skip montados nos poços, da marca «Cita» cada um com:

a) Guincho accionado por motor eléctrico de 140 cavalos.

b) Torres de sustentação e guias para os skips ao longo dos poços e na torre com dispositivo de basculamento automático.

c) 2 baldes de 3 m^3 de capacidade, deslocando-se em vai-vem, ao longo das guias, com uma velocidade de 70 m/minuto.

1 guincho «Gentili Brighi» de 3.000 quilos com motor eléctrico de 28 cavalos, servindo a rampa da Boca de Saida.

Equipamento de elevação

2 ascensores «Bassetti» para 1.200 quilos ou 12 pessoas com a velocidade de 30 m/minuto.

3 gruas tipo «Wolf» com lanças de 16 a 24 metros para cargas de 1.500 ou 3.000 quilos.

Grua e derrick para 1.500 quilos.

5 guinchos a ar comprimido.

Diversos guinchos com motores eléctricos, etc.

Equipamento de ventilação

3 ventiladores com motor eléctrico de 68 cavalos e a produção de 30.000 m^3/hora.

3 ventiladores com motor eléctrico de 13 cavalos e a produção de 14.000 m^3/hora.

1 ventilador com motor eléctrico de 40 cavalos.

10 turbo-ventiladores accionados a ar comprimido.

Cerca de 2.000 m de tubagem metálica de 600 m/m de diâmetro, e igual quantidade de tubagem metálica de 1.000 m/m de diâmetro, para ventilação.

Bombas para esgoto de água

22 electro-bombas centrífugas com a potência total instalada de cerca de 700 cavalos.

23 bombas tipo «Sump-pump».

Equipamento eléctrico

— 4 postos de transformação (1 por cada estaleiro) de 30 KV a 380/220 v.

— 7 transformadores correspondendo à potência de 3.200 kVA e a respectiva aparelhagem de corte e protecção.

— 56 turbo-geradores — faróis a ar comprimido — «Air-Turbo-Wolf».

— 4 grupos electrogénios accionados por motores Diesel, para assegurar o abastecimento de energia eléctrica aos serviços essenciais em caso de falta de corrente geral, sendo:

— 3 de 94 kVA accionados por motores Diesel de 140 cavalos.

— 1 de 160 kVA accionado por motor Diesel de 200 cavalos.

TRAÇADO TOPOGRÁFICO

Para terminar, apenas um breve apontamento sobre a forma como foi materializado e transportado para a galeria o alinhamento respectivo.

Conhecidas as coordenadas de dois pontos do eixo do túnel foram estes piquetados no terreno, e, calculados os rumos correspondentes ao eixo. Por meio de longas visadas, apenas limitadas pelos pontos altos do perfil longitudinal, foi em seguida materializado no exterior o alinhamento do túnel, verificado em reiteradas operações. Atingidas as zonas dos poços com o auxílio de visadas para pontos intermédios, foram nestas zonas demarcados com rigor alguns pontos do alinhamento, os quais, por operações topográficas apoiadas na triangulação que servira à fixação geral do traçado, vieram a ser coordenados, permitindo assim conhecer a distância exacta a que se encontravam os poços, da origem do túnel e, portanto, proceder ao cálculo das cotas que deveriam ser realizadas na soleira da galeria.

Concluída a escavação dos poços e executado com alinhamento provisório um troço do túnel para cada lado daqueles, procedeu-se à calagem de prumos lastrados suspensos por fio de aço flexível imersos em banho de óleo denso e colocados em exacta correspondência com o alinhamento exterior do túnel, ou com um alinhamento auxiliar a este rigorosamente referenciado.

Porque se tratava duma galeria de grande secção a abrir em rocha sem se prever o seu revestimento, e, portanto, onde as irregularidades da escavação são sempre da ordem da dezena de centímetros, era evidentemente consentido êrro de igual ordem de grandeza na definição do alinhamento e por isso se não recorreu a aparelhagem pendular complicada, mas mais rigorosa, que as exigências do trabalho não justificavam.

Com a imersão dos prumos em banho de óleo e a total paralização dos trabalhos durante as operações, verificava-se ao fim de algumas horas a imobilização dos fios de aço da sua suspensão, permitindo, por visada com aparelho ajustado na direcção destes fios, definir o alinhamento no túnel em correspondência do alinhamento exterior demarcado.

O encontro já verificado entre Boca de Saída, Ajude e Friande comprovou a aproximação suficiente conseguida com este método.

C. D. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.) preparadas nos Serviços do R. N. C. a cargo da Companhia Nacional de Electricidade —

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 93 % dos totais do País.*

DEZEMBRO

I — Elementos gerais

a) Mensais (mês de Dezembro) 10^6 kWh

	1953	1954	Variação %
Produção hidráulica (P_h)	126,5 (2)	102,0 (4)	— 19
Produção térmica (P_t) . .	3,8 (3)	20,7 (5)	-
Produção total (P_T) . . .	130,3	122,7	— 6
Cons. electroquímico (C_{eq})	26,2	3,7	— 86
Outros consumos ($C_T - C_{eq}$)	86,7	99,9	+ 15
Consumo total (C_T) (1) . .	112,9	103,6	— 8

b) Acumulados (de 1 de Janeiro a 31 de Dezembro) 10^6 kWh

	1953	1954	Variação %
Produção hidráulica (P_h)	951,0 (6)	1396,5 (8)	+ 47
Produção térmica (P_t) . .	326,6 (7)	121,2 (9)	— 63
Produção total (P_T) . . .	1277,6	1517,7	+ 19
Cons. electroquímico (C_{eq})	144,6	242,5	+ 68
Outros consumos ($C_T - C_{eq}$)	954,9	1053,6	+ 10
Consumo total (C_T) (1) . .	1099,5	1296,1	+ 18

Notas:

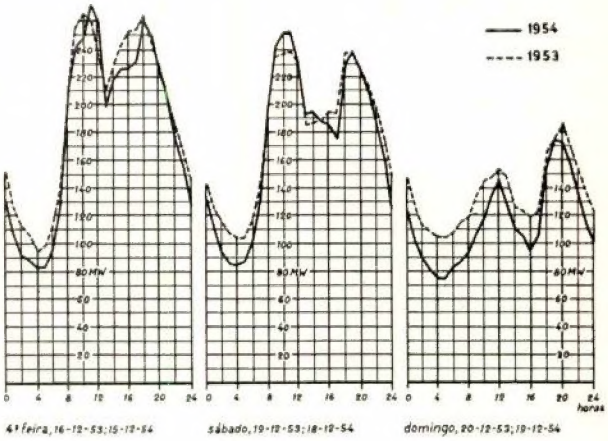
(1) No consumo total (C_T) estão incluídas as perdas nas redes de transporte e distribuição.

(2) 97 % P_T. (3) 3 % P_T. (4) 83 % P_T. (5) 17 % P_T

(6) 74 % P_T. (7) 26 % P_T. (8) 92 % P_T. (9) 8 % P_T.

II — Diagramas de carga da produção

	4.ª feira: 16-12-953	15-12-954
Produção hidráulica (P_h) — MWh	4511	3715
Produção térmica (P_t) — MWh . .	127	666
Produção total (P_T) — MWh . . .	4638	4381
Utilização da ponta (U) — horas	17,4	16,2
Factor de carga (α)	0,62	0,68
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,36	0,30



III — Energia armazenada nas principais albufeiras no fim do mês de Dezembro de 1954

Albufeira	Energia armazenada 10^6 kWh	% (1)
Venda Nova	59,2	55,5
Salamonde	5,2	38,5
Guilhofrei	5,1	61,8
Lagoa Comprida	10,2	35,4
Santa Luzia	8,3	24,6
Cabril	18,5	-
Castelo do Bode	68,0	41,5
Pracana	1,9	18,1
Póvoa	4,4	28,8
Total	181,8	27,4

Nota:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

C. D. 536.71

GASES REAIS

RELAÇÕES p-V-T

PELO ENG.º QUÍM.-IND. (I. S. T.) ANTÓNIO SALES LUÍS

1] Introdução

Os gases desempenham papel preponderante num grande número de processos industriais. Por isso, nesses processos, quer para a efectivação de cálculos tecnológicos quer para a interpretação quantitativa dos fenómenos, torna-se necessário conhecer as suas propriedades termodinâmicas e, em particular, as relações p — v — T. A equação dos gases perfeitos [1] fornece uma relação extremamente simples entre essas variáveis mas, infelizmente, a sua utilização envolve, por vezes, nomeadamente a altas pressões, erros de tal grandeza que a tornam pràticamente inútil. Como salientaram Beattie e Stockmayer, tal problema de relacionação pode ser abordado por três vias diferentes:

1) por métodos gráficos

2) por meio de equações empíricas ou semi-empíricas as quais podem ter uma justificação mais ou menos teórica

3) por meio de considerações teóricas, mais ou menos rigorosas, baseadas na mecânica estatística e na mecânica quântica.

Do ponto de vista técnico, interessam fundamentalmente as duas primeiras. Neste artigo, pretende-se fazer uma revisão dos métodos englobados nos dois primeiros casos. Note-se que, por isso, qualquer dos métodos expostos é apenas aproximado. No entanto, cada um deles, dentro do seu campo de aplicação, conduz a resultados aceitáveis, isto é, a resultados cujo erro está dentro da gama dos erros experimentais.

(1) $pv = RT$, sendo R a constante dos gases perfeitos ($R = 0{,}848$ kgm mole^{-1} °K^{-1}).

I. 1) *O estado crítico* [1]

Como se sabe, durante muito tempo, fez-se distinção entre os chamados gases permanentes e os gases que se podiam liquefazer. Essa ideia recebeu um apoio muito forte após a malograda tentativa feita por Natterer, de liquefazer o ar. Andrews, no entanto, pouco tempo depois (1863), ao pretender determinar as relações p—v—T para o anidrido carbónico, deu não só completa justificação desse malogro como ainda estabeleceu os fundamentos do conhecimento sobre o fenómeno da liquefação de gases.

Na figura 1, representam-se, no diagrama p — v, as chamadas isotérmicas de Andrews, relativas

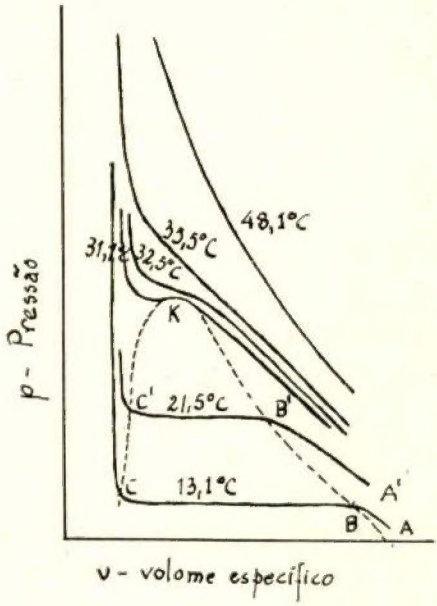


Fig. 1

ao anidrido carbónico. Este corpo é perfeitamente gasoso no estado representado pelo ponto

(1) Este assunto é tratado na cadeira da «Química Tecnológica I». Como complemento veja-se *Técnica* — 1949 — Abril — pág. 399.

A. [1] À medida que a temperatura constante, se comprime o anidrido carbónico, o volume deste gás diminui, segundo o troço $\widehat{AB}$ da isotérmica. No estado representado pelo ponto B, começa a liquefação do gás. Durante a liquefação, a pressão e a temperatura mantêm-se constantes e o volume diminui ràpidamente em virtude da passagem dum estado a outro. Por isso, o troço $\widehat{BC}$ no qual coexistem as duas faces, é sensìvelmente paralelo ao eixo das abscissas. No ponto C só existe a fase líquida. Um posterior aumento da pressão não produz variação sensível do volume de modo que o troço $\widehat{CD}$ é sensìvelmente paralelo ao eixo das ordenadas.

Andrews verificou que o andamento das outras isotérmicas T, até uma temperatura T_c, era sensìvelmente o mesmo. A diferença reside no facto de, à medida que T aumenta, o troço paralelo ao eixo das abscissas ser cada vez menos extenso até que em T_c se reduz a um ponto. Acima dessa temperatura T_c não é possível liquifazer o gás, ou melhor, não é possível distinguir a fase líquida da fase gasosa.

À temperatura T_c dá-se o nome de temperatura crítica. À pressão p_c — a que é necessário comprimir o gás para o liquefazer à temperatura T_c — dá-se o nome de pressão crítica. Ao ponto k, definido por T_c e p_c, dá-se o nome de ponto crítico e ao volume correspondente o de volume crítico.

Investigações posteriores mostraram que os outros gases comportam-se de modo idêntico ao do anidrido carbónico. Note-se, no entanto, que, de acordo com os trabalhos de Edmondo Chierici, o gás pode ser liquefeito acima da temperatura crítica, para pressões extremamente elevadas. Segundo observou Chierici, dá-se a vaporização instantânea do líquido logo que é removida a pressão. O mesmo autor aponta que, a despeito da enorme concentração no estado líquido, as moléculas perdem muito da sua reactividade: o fluor, assim liquefeito, não reage com o hidrogénio nem com o sódio metalico. Estes trabalhos obrigam a modificar ligeiramente o conceito de estado crítico. Nestas condições, define-se:

— Temperatura crítica T_c é a máxima temperatura à qual se pode liquefazer o gás, a pressões moderadas. Isto é, a temperatura acima da qual não pode, a pressões moderadas, existir no estado líquido.

— Pressão crítica p_c é a pressão correspondente à liquefação, à temperatura crítica.

No ponto crítico p_c, verificam-se as duas seguintes condições [1]:

1.ª — A isotérmica crítica admite em k um ponto de inflexão o que se traduz analìticamente pela equação:

$$\left(\frac{\partial^2 p}{\partial V^2}\right)_{T_c} = 0 \qquad \text{(I-1)}$$

2.ª — A tangente à isotérmica é, nesse ponto, paralela ao eixo das abscissas o que se traduz analìticamente pela equação:

$$\left(\frac{\partial p}{\partial V}\right)_{T_c} = 0 \qquad \text{(I-2)}$$

Uma vez conhecida a equação de estado, estas duas condições definem o ponto crítico.

I-2) *A equação de van der Waals*

A equação dos gases perfeitos, como se sabe, pressupõe:

1.º — Que as moléculas se podem considerar como pontos materiais.

2.º — Que essas moléculas só exercem acções sensíveis umas sobre as outras quando há choque.

Van der Waals, baseado em considerações de ordem cinética, modificou a equação dos gases perfeitos, introduzindo duas correcções. A equação de van der Waals escreve-se:

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = R\,T \qquad \text{(I-3)}$$

em que o termo $\frac{a}{v^2}$ — pressão interna ou de coesão — é a correcção devida às forças atractivas entre moléculas e o termo b — covolume — é a correcção devida ao espaço livre para o movimento das moléculas.

Efectuando as operações, a equação (I-3) escreve-se:

$$p\,v - p\,b + \frac{a}{v} - \frac{a.b}{v^2} = R\,T$$

[1] Corresponde à isotérmica t = 13,1ºC a qual ioi a temperatura mais baixa das experiências de Andrews.

[1] As condições expressas são obtidas por via experimental e identificam-se com as que se obtêm por métodos analíticos a partir da equação de van der Walls.